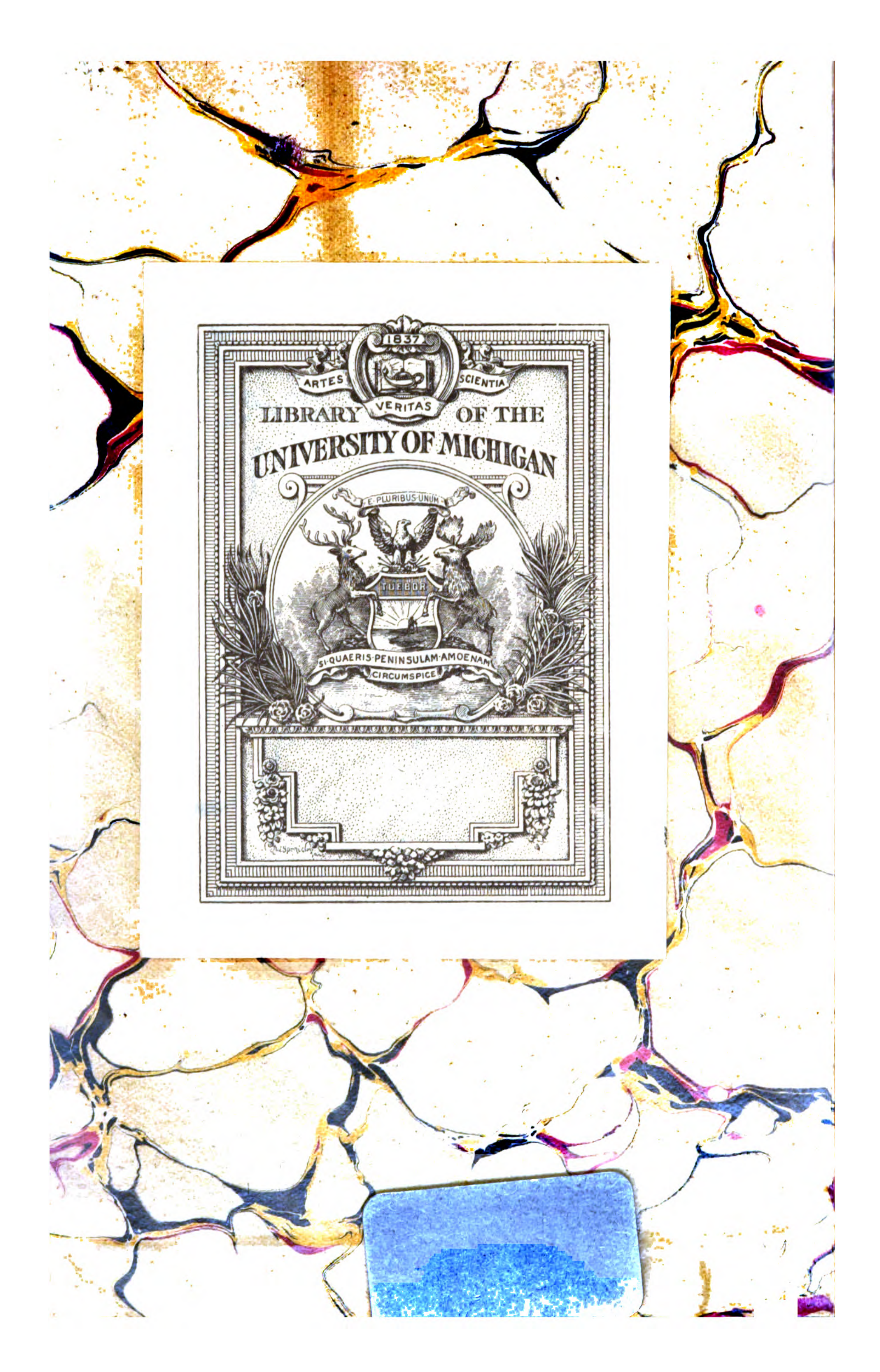
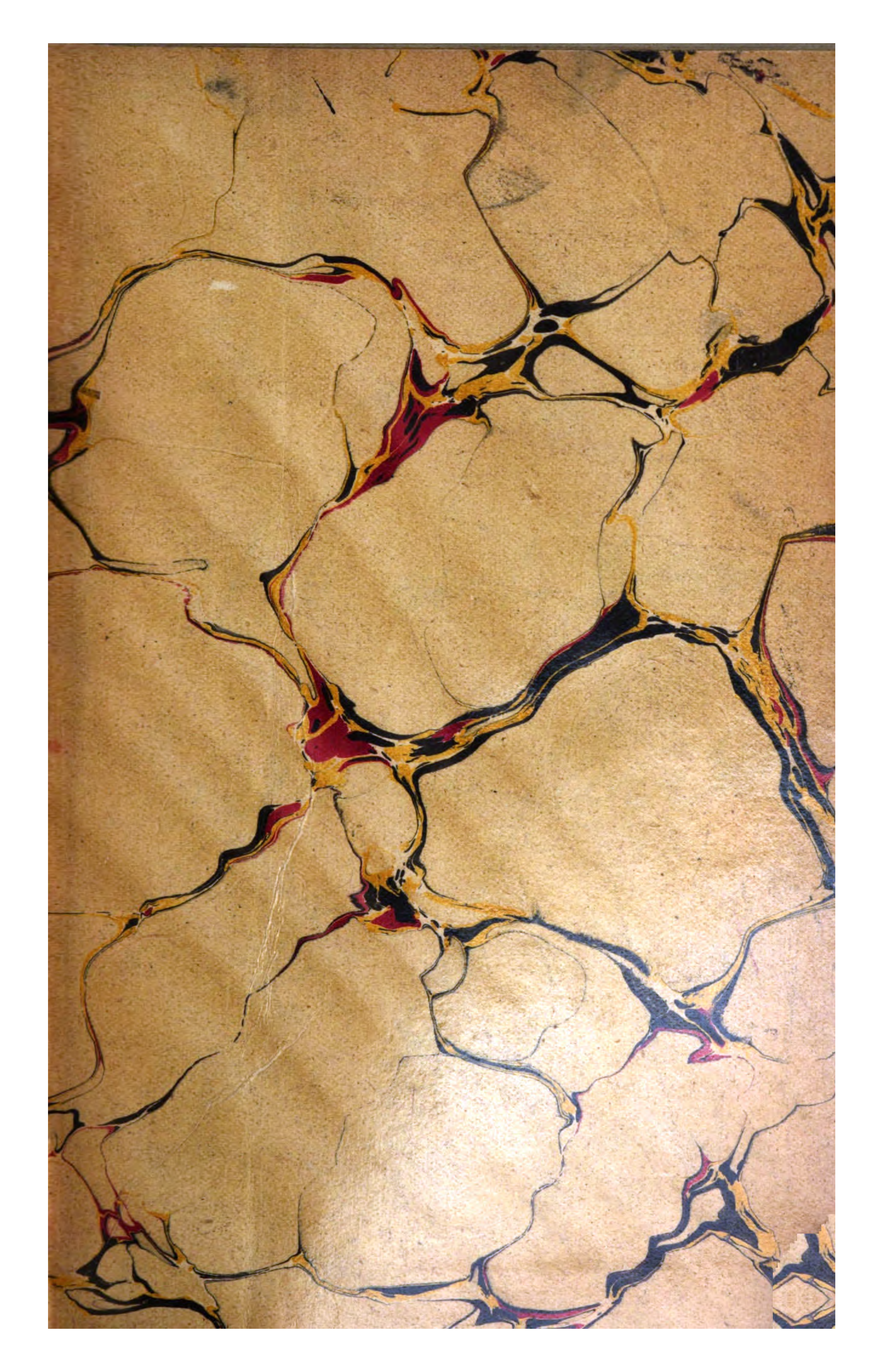

A 3 9015 00379 596 3
University of Michigan – BUHR


1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE





# L'ANNÉE ÉLECTRIQUE

## Électrothérapique et Radiographique

# OUVRAGES

## Du Docteur FOVEAU DE COURMELLES

### Electricité :

*Précis de l'Electricité médicale*, 250 p. in-16 ill., Paris, 1891. Barcelone, 1893 ; Moscou, 1894. *2e édition*, 500 p. 1895.
*L'Electricité médicale au XIXe siècle*, 32 p. in-12. Paris, 1895.
*L'Electricité curative*, 400 p. in-12 ill., Paris, 1895.
*Traité de Radiographie* (*Premier enseignement des rayons X*, cours libre à la Faculté de Médecine de Paris) 500 p. gr. in-8 ill., Paris, 1897.
*Electricité médicale*, 32 p. in-8 ill., Paris, 1898.
*L'Ozonoscopie*, 20 p, in-8, Montréal, 1898.
*Bi-Electrolyse et Pyrogalvanie*, 30 p. in-8, Montréal, 1898.
*L'Electricité et ses applications*, 200 p. in-16 ill., Paris, 1899.
*Formulaire électrothérapique*, 230 p. in-16, Paris, 1900.
*Les Rayons X en pathologie infantile*, 32 p. in-8 ill., Paris, 1900.
*L'Electroscopie*, 30 p. in-8, Montréal, 1900.
*Osmose et Bi-Electrolyse*, 20 p, in-8 ill., Paris, 1900.
*La lumière électrique en thérapeutique*, 20 p. in-8, Rio-de-Janeiro, 1900.
*Lupus et Photothérapie* (Extrait du Bulletin de l'Académie de médecine de Belgique), 15 p. in-8 ill., Bruxelles, 1900.
*L'Année électrique*, 350 p. et 430 p. in-16, Paris, 1901 et 1902.

### Œuvres diverses :

*La Peur, la Pauvreté*, broch., Paris, 1886.
*La Vaginite et son traitement*, 104 p. in-8, Paris, 1888.
*Le Magnétisme devant la loi*, 50 p. in-8, Paris, 1889.
*Les Facultés mentales des animaux*, 352 p. in-12 ill., Paris, 1890.
*L'Hypnotisme*, 330 p. in-12 ill., Paris, 1890 ; Londres et New-York, 1891.
*L'Esprit et l'Ame des Plantes*, 30 p. in-8, Amiens, 1893.
*L'hygiène à table*, 200 p. in-12, Paris, 1894.
*L'Esprit scientifique contemporain*, 410 p. in-12, Paris, 1899.
*Une Langue internationale*, 30 p. in-8, Paris, 1901.
*Comment on se défend de la neurasthénie, de la folie, de l'alcoolisme, des tuberculoses cutanées*, 4 broch. 50 à 70 p. in-8 ill., Paris, 1901.

# L'ANNÉE ÉLECTRIQUE



## Électrothérapique et Radiographique

**REVUE ANNUELLE DES PROGRÈS ÉLECTRIQUES EN 1902**

PAR LE

**Dr Foveau de Courmelles**

Médecin-Électricien, Lauréat de l'Académie de Médecine
Professeur libre d'Électrothérapie et de Radiographie
Licencié ès-sciences physiques, ès-sciences naturelles et en Droit
Président de la Société des Gens de Science
Secrétaire de la Section d'électricité du Comité Français
des Expositions à l'Étranger



TROISIÈME ANNÉE

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
Successeur de BAUDRY et Cie
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MÊME MAISON A LIÈGE, 21, RUE DE LA RÉGENCE

1903

## CHAPITRE I

# THÉORIES NOUVELLES

**Théories de Maxwell. — Emission ou ondulations? — Vibrations dans l'éther. — Ondes hertziennes. — Théorie électromagnétique de la lumière. — Emission et Ondulations? — Théorie électrotonique. — Phénomènes électro-vitaux (1).**

### Théories de Maxwell.

Les ondulations hertziennes et les phénomènes de la télégraphie sans fils remettent en question maintes théories physiques. Voici donc un exposé rapide des théories électriques actuelles en quelques extraits du discours de M. Carpentier, président de l'Association française pour l'avancement des sciences, à l'ouverture de la séance du Congrès de Montauban de 1902 :

« ... Aussi la découverte de phénomènes nouveaux, capables de permettre la transmission de la pensée à travers l'espace, provoque-t-elle, dans les foules, des étonnements nouveaux, et voyons-nous ceux-là mêmes qui s'étaient émerveillés du rôle que peuvent jouer de

(1) Nous avons emprunté, pour notre livre, une partie de nos documents à la *Revue pratique de l'Electricité,* aux *Inventions Illustrées*, à la *Chronique industrielle*, à la *Revue de Thérapie physique,* au *Journal de l'Electrolyse,...*

— Notre format actuel et définitif paraît réduit, comparé aux deux années qui précèdent, mais il ne l'est pas en réalité, le texte est aussi condensé, contenant par pages autant de lignes et autant de lettres, seules les marges sont amoindries, ce qui permet d'avoir un volume plus maniable, comme l'ont demandé maints lecteurs.

simples fils de fer, s'émerveiller plus encore peut-être de voir qu'on puisse s'en passer. C'est ainsi que les expériences de télégraphie sans fil qui ont été inaugurées il y a quelques années, et poursuivies avec succès, ont excité de toutes parts la plus vive curiosité.

« Il pourrait paraître banal de faire remarquer ici que la télégraphie sans fil a pourtant de beaucoup précédé l'autre télégraphie. Sans remonter à la tour de Babel qui, d'après l'Ecriture, aurait eu pour but d'établir un point central de communication entre les divers peuples; sans nous arrêter à la tragédie d'Agamemnon, dans laquelle Eschyle indique le tracé d'une véritable ligne télégraphique entre le mont Ida et le palais des Atrides, avec stations intermédiaires, le long de laquelle, par des feux échelonnés, fut transmise à Clytemnestre la nouvelle de la prise de Troie, nous pouvons lire dans Polybe, qui vivait 150 ans avant J.-C., la description détaillée de procédés, déjà usités de son temps dans l'art de la guerre, pour correspondre par des signaux phrasiques ou alphabétiques. Nous savons tous, d'ailleurs, quels services rend actuellement aux armées la télégraphie optique, qui n'est en somme qu'un perfectionnement des moyens de correspondance à distance employés dès l'antiquité.

« Ce qui justifie toutefois le rapprochement qu'on est amené à faire entre la télégraphie optique et la télégraphie dite sans fil, telle qu'on la pratique aujourd'hui, ce qui rend ce rapprochement particulièrement intéressant, c'est qu'il conduit à constater, comme nous verrons bientôt, que ces deux télégraphies procèdent en définitive du même principe et qu'il nous fournit l'occasion de retrouver une fois de plus les traces de l'unité qui règne dans la nature.

« Une considération relative à la télégraphie sans fil, bien faite pour frapper des cerveaux épris de

science, comme le sont les vôtres, mesdames et messieurs, c'est que cette branche nouvelle de la science appliquée est née directement des théories les plus transcendantes de la science pure.

« Maxwell, un des grands physiciens mathématiciens qùi honorent l'Angleterre, frappé par la valeur d'un certain coefficient, fort important dans l'étude des phénomènes électriques, et par sa concordance avec le chiffre, bien connu, qui représente la vitesse de propagation de la lumière, conçoit, un jour, la vraisemblance de l'identité qui doit exister entre la lumière et l'électricité; il bâtit des hypothèses sur la constitution du milieu dans lequel évoluent ces phénomènes naturels et livre au monde l'édifice de ses pensées.

« Vingt-cinq ans plus tard, un illustre physicien allemand, Henri Hertz, imprégné des théories de Maxwell, et appuyé sur une observation déjà classique, entrevoit la possibilité de contrôler ces théories expérimentalement. Il imagine un appareillage tout spécial, en calcule les éléments, et non seulement il réussit à donner une éclatante démonstration de l'exactitude des conceptions de Maxwell, mais il institue des procédés généraux qui pénètrent dans la pratique des laboratoires, puis, sortant de ce chemin étroit, se développent et fournissent tout à coup un moyen pour correspondre à travers l'espace. Tel est le résumé des faits.

« Quelle page, dans l'histoire des sciences, peut présenter un plus puissant intérêt? Quelle page peut être plus digne d'une attachante étude. C'est cette étude, mesdames et messieurs, que nous allons faire ici à grands traits si vous le voulez bien. »

## Emission ou Ondulations ?

La lutte qui divisa jadis les physiciens sur la constitution de la lumière fut longue...

« Dans les batailles que se livrèrent les théories rivales de l'émission et des ondulations, la première succomba et la seconde triompha. Mais c'est certainement à la vivacité du combat qu'elles devront l'une et l'autre d'avoir fixé l'attention générale et de s'être fait une place dans la mémoire des hommes. Quoi qu'il en soit, il est acquis aujourd'hui que la lumière n'est autre chose qu'un ébranlement vibratoire d'un milieu particulier qui a reçu le nom d'éther. L'éther est répandu dans l'univers entier et se trouve partout ; il remplit les espaces où circulent les astres et va jusqu'à pénétrer la matière là où elle existe. On peut se représenter l'éther en le comparant à l'air même dans lequel nous vivons et le regarder comme constitué par une infinité de particules juxtaposées, indépendantes et d'une extrême mobilité. L'éther n'est pour ainsi dire nulle part au repos. Sans parler des grands mouvements qui peuvent l'entraîner en grandes masses et produire des courants comparables aux vents de notre atmosphère, mouvements qui nous échappent, l'éther est le siège d'ébranlements vibratoires analogues à ceux que produit le son dans l'air. Dans ces ébranlements, les uns sont perceptibles directement à nos sens ; ce sont ceux qui impressionnent l'organe de notre vue ; les autres, qui ne rentrent pas dans le registre de sensibilité de nos yeux, se révèlent par d'autres manifestations si différentes, qu'ils ne paraissent avoir aucune parenté avcc les premiers. Tels sont ceux qui, dans le domaine de l'électricité, engendrent les phénomènes d'induction. Il a fallu le génie de Maxwell pour faire le rapprochement de causes

dont les effets semblaient si écartés. Aujourd'hui que Hertz a établi magistralement la justesse des vues de Maxwel, on conçoit nettement ce qui relie et ce qui sépare la lumière et l'induction électrique, et on se représente, sans difficulté, l'existence d'oscillations de l'éther qui, imperceptibles à notre vue, portent à distance, dans les corps conducteurs, la cause déterminante de certains phénomènes que nous attribuons à l'électricité. Les vibrations de l'éther se trouvent alors classées par catégories. Ce qui les différencie est aussi simple, quand on considère leur nature intime, que paraît compliquée la dissemblance de leurs manifestations, et consiste exclusivement dans la rapidité avec laquelle la vibration s'exécute. Pour fixer les idées, la durée de certaines vibrations lumineuses est environ la milliardième partie d'un milliardième de seconde et la durée des vibrations qui servirent aux expériences de Hertz sont un milliard de fois plus lentes.

## Vibrations dans l'éther.

« S'il est aisé de trouver des sources émettant des vibrations lumineuses, il est jusqu'à ce jour peu commode de développer, dans l'éther, des vibrations aussi ralenties que celles qui interviennent dans les phénomènes d'induction. Pour y parvenir, Hertz eut recours à une propriété particulière de la décharge d'une bouteille de Leyde, propriété qu'avait découverte Helmottz en 1847, qu'avait vérifiée Feddersen et dont la théorie complète avait été donnée par Lord Kelvin. Quand on décharge une bouteille de Leyde au moyen d'un conducteur réunissant les deux armatures, l'étincelle n'est généralement pas unique ; ce qui se produit le plus souvent, c'est une série d'étincelles se succédant à des intervalles de temps infiniment courts, et de puissance

rapidement décroissante. Il va sans dire que, sans un subterfuge, l'œil, dont la rétine est relativement fort inerte, ne saurait distinguer ces étincelles les unes des autres. Mais si, comme l'a fait Feddersen, on observe la décharge de la bouteille de Leyde dans un miroir, tournant avec une extrême rapidité, dans le temps qui sépare deux étincelles successives, le miroir a légèrement tourné ; l'image de la deuxième étincelle ne paraît pas à la même place que l'image de la première et ainsi des autres. L'œil aperçoit alors simultanément à des places différentes les diverses étincelles de la série. Le miroir tournant a converti, pour notre vue, en une séparation dans l'espace, la séparation qui n'existe que dans le temps. Les étincelles dont se compose une décharge ne sont pas extrêmement nombreuses, mais on a pu en compter jusqu'à une cinquantaine.

« La décharge d'une bouteille de Leyde, ou plus généralement d'un condensateur, n'est pas toujours oscillatoire. Pour qu'elle ait ce caractère, il faut que certaines conditions se trouvent réalisées entre la résistance du conducteur qui réunit les armatures, sa self induction et la capacité du condensateur Mais la relation nécessaire a une expression mathématique connue, et il dépend de l'opérateur d'y satisfaire. Bien plus, on connaît l'expression mathématique de la période qui caractérise le régime oscillatoire de la décharge, et on peut, à volonté, choisir les éléments de l'expérience de manière à allonger ou raccourcir cette période. Le phénomène a la plus grande analogie avec le mouvement pendulaire d'une lame vibrante ; il s'éteint rapidement par la décroissance d'amplitude des vibrations.

« Plus la capacité du condensateur est grande et plus sont lentes les oscillations de la décharge. Or il faut dire ici que, si les lois de l'optique peuvent s'établir avec une admirable netteté, cela tient à l'extrême



rapidité des vibrations lumineuses et que les difficultés que l'on rencontre, pour mettre en évidence l'extension de ces lois à des vibrations moins rapides, croissent promptement avec la lenteur de ces dernières. C'est pourquoi Hertz ne fit pas usage d'un condensateur quelconque ; il employa un système qui ressemblait à une altère et se composait de deux sphères reliées par une tige rectiligne. Cette tige toutefois comportait une interruption vers son milieu, et les deux bouts en regard, dans la coupure, étaient garnis de petites boules. C'est entre ces deux boules que devait éclater l'étincelle de décharge. Ce condensateur, en outre, en raison de ses formes géométriques simples, se prêtait bien à l'application des formules.

« Quand on veut décharger l'un sur l'autre deux condensateurs voisins, il suffit de les rapprocher. Mais ce procédé ne pouvait convenir aux expériences de Hertz, car il ne donne qu'une décharge et Hertz avait besoin d'un phénomène d'une certaine continuité pour faire ses observations. Hertz songea alors à charger son condensateur par une source dont la tension passe par des alternances de croissance et de décroissance et dont le maximum dépasse ce qui est nécessaire à l'éclatement d'une étincelle entre les boules du condensateur maintenues à une distance invariable. Quand la tension de la source est dans une phase croissante, le condensateur se charge de plus en plus ; à un moment donné l'air interposé entre les boules offre un obstacle insuffisant, une étincelle se produit qui provoque le phénomène oscillatoire. A la phase croissante suivante, même phénomène ; et si les alternances de la source sont assez rapprochées, on a une succession d'ébranlements oscillatoires, séparés, il est vrai, mais assez voisins pour produire sensiblement les effets que produirait un ébranlement continu.

« La source qui remplit les conditions qui viennent d'être indiquées, c'est une bobine de Ruhmkorff, et ses alternances ont pour régime celui même de l'interrupteur qui la commande.

## Ondes hertziennes.

« Le condensateur que Hertz avait étudié et réalisé, en vue de ses expériences, reçut le nom d'oscillateur ou d'ondulateur ; et le monde savant a donné le nom d'ondes hertziennes aux mouvements vibratoires que des oscillateurs analogues aux siens propagent dans l'éther. Cette appellation, de belle allure, est un bien faible hommage rendu à la mémoire de cet illustre physicien qui, arraché à la vie en 1894, à l'âge de trente-six ans, mourut avant d'avoir produit tout ce que la science pouvait attendre de son génie (1).

« Les ondes hertziennes sont caractérisées par l'ordre de grandeur de leur période et non par l'intermittence suivant laquelle elles sont émises par les appareils actuellement employés à leur donner naissance. Il serait évidemment souhaitable qu'on put trouver des sources continues d'ondes hertziennes. Une pareille découverte présenterait un haut intérêt et rien n'empêche d'espérer qu'elle se réalisera un jour. En attendant, ce que donnent les ondulateurs ressemble à l'effet

(1) Il est bon, à notre époque, où l'on cherche des devanciers à tous les inventeurs, où le radio-conducteur de Branly qui aurait pu exister dans l'ignorance la plus absolue des ondes hertziennes, avec une machine statique et une pile de Volta, se voit dénier sa grande importance, de remarquer que c'est Madame Galvani qui, la première, a démontré l'action électrique à distance : en 1789, son mari touchant d'une pointe de scalpel des nerfs lombaires de grenouilles ne faisait *bouger* ceux-ci, remarqua, et lui fit constater sa femme, qu'à *chaque étincelle* de la machine statique située à l'autre extrémité du laboratoire. (Œuvres de Galvani).

qui produirait dans l'air une lame de ressort qu'on tiendrait d'une main et à laquelle on donnerait périodiquement des chiquenaudes pour entretenir son mouvement.

« Après que Hertz eut combiné son oscillateur, il se préoccupa de réaliser un organe capable de déceler dans l'espace la présence des ondes électriques. Il se dit qu'en prenant un condensateur composé de deux sphères maintenues à une distance fixe et réunies par un arc métallique formé d'un fil, il aurait à sa disposition un de ces systèmes susceptibles de fournir une décharge oscillante ; qu'il dépendait de lui, par le choix convenable des éléments de ce système d'assigner à sa période propre telle valeur qu'il lui conviendrait et qu'en accordant ce système avec son oscillateur, il le rendrait plus sensible qu'aucun autre aux influences inductrices des ondes issues de ce dernier. Vous connaissez tous le phénomène de la résonnance en acoustique ; deux diapasons de même tonalité sont placés à petite distance l'un de l'autre ; mettez l'un en vibration, l'autre s'ébranle, vibre et continue à vibrer alors même qu'en plaçant la main sur le premier vous le faites rentrer au repos. Chantez la gamme devant l'orifice d'une caisse contenant de l'air : pour une note déterminée, le son que vous émettez se trouve exceptionnellement renforcé ; la caisse résonne. A chaque pas nous rencontrons des exemples du même phénomène et Hertz ne faisait pas une hypothèse téméraire en transportant à l'éther la propriété depuis si longtemps reconnue à cet autre milieu élastique qu'est l'air que nous respirons. Son résonnateur, c'est ainsi qu'il a nommé son second appareil, est si bien influencé par l'oscillateur que, s'il occupe dans l'espace des positions convenables et si les boules sont suffisamment rapprochées, on voit une suite ininterrompue d'étincelles

jaillir entre elles pendant que fonctionne l'oscilla-teur... » (1).

— Dans son *Etude expérimentale de l'excitateur de Hertz,* M. R. Swyngedauw a remarqué que toute décharge de condensateur comprend en circuit une étincelle dont l'influence sur la forme de la décharge est d'autant plus considérable que la capacité du condensateur est plus petite ; que l'étincelle n'étant conductrice que par suite de l'échauffement par la décharge elle-même, une partie de l'énergie disponible dans le circuit est dépensée avant que les oscillations se produisent ; que la première oscillation a toujours une durée plus grande que la suivante, pour toutes les décharges, quelle que soit la capacité. Ce phénomène est d'autant plus accentué que le condensateur a une capacité plus faible. Lorsque cette dernière est de l'ordre de quelques unités ESCGS, comme dans le cas de l'excitateur de Hertz, la résistance de l'étincelle pendant une oscillation va d'abord en diminuant au

(1) La *convection électrique* semblerait échapper aux lois de Hertz (Voir *l'Année électrique* de 1901), et MM. Pocklington et Wilson ont dirigé contre les expériences de M. Crémieu diverses critiques, ils ont prétendu, par exemple, que ces expériences, loin d'être en contradiction avec les théories régnantes, en étaient au contraire une confirmation indirecte, parce que l'effet des courants de convection devait être compensé par celui des courants de conduction régnant dans l'écran qui sépare l'appareil astatique du disque tournant. Récemment, M. Righi, dans un article du *Nuovo Cimento*, est revenu sur cette question et, sans adopter tout à fait le point de vue de M. Wilson, il dit qu'il serait désirable qu'on reprit l'étude théorique de l'influence possible d'un écran dans ces phénomènes. Dans ces conditions, l'*Eclairage électrique* du 19 avril 1902 a publié une correspondance échangée entre MM. Potier et Poincaré du 4 décembre 1900 au 13 janvier 1901 : « Dans cette correspondance, l'influence de l'écran était discutée complètement et nos deux collaborateurs furent d'accord pour reconnaître que cette influence est nulle. C'était d'avance réfuter l'objection de M. Wilson ».

début d'une décharge, passe par un minimum, puis va en augmentant même avant la fin de la décharge, lorsque le courant n'opposera plus à l'espace explosif l'énergie suffisante pour compenser le rayonnement calorifique. Il en résulte que l'excitateur émet *successivement une série d'oscillations* dont les durées *décroissent d'abord, puis croissent régulièrement jusqu'à la fin de la décharge.*

« Hertz, ditencore M. H. Poincaré, produit des courants dont l'alternance est très rapide, puisqu'ils changent de sens de 100 millions à 1 milliard de fois par seconde, de telle façon que leur période est de $2/10^8$ à $2/10^9$ secondes. Il se sert pour cela d'un appareil appelé *excitateur*, qui se compose simplement de deux conducteurs placés près l'un de l'autre : chacun de ces conducteurs se termine par une petite boule, et entre ces deux boules peut éclater une étincelle quand la différence de potentiel est assez grande. Ces deux conducteurs sont mis en communication avec les deux pôles du secondaire d'une bobine de Ruhmkorff. Le temps que les courants secondaires de cette bobine mettent à naître et à disparaître est extrêmement court, si on le compare aux durées que nous sommes accoutumés à considérer. Il est très long au contraire, si on le compare aux durées dont je viens de parler et qui sont de l'ordre d'un cinquante-millionième de seconde. A ce point de vue, je puis donc dire que la bobine de Ruhmkorff chargera *très lentement* les deux conducteurs. Quand la différence de potentiel sera assez grande, l'étincelle éclatera et les conducteurs se déchargeront *brusquement*. Mais cette décharge ne sera pas simple, elle se fera par une série d'oscillations. C'est ainsi qu'un pendule, écarté de sa position d'équilibre, n'y revient qu'après avoir oscillé quelque temps. Suivant les dimensions de l'appareil, la période de ces oscillations

varie, comme je l'ai dit, de $2/10^8$ à $2/10^9$. Les effets d'induction, étant dus aux variations du courant primaire, sont d'autant plus intenses que ces variations sont plus rapides. Il est donc naturel que Hertz, avec de pareilles fréquences, ait pu observer ces effets à plusieurs mètres. Il a démontré qu'ils ne se propagent pas instantanément comme on l'avait longtemps cru, mais avec la vitesse de la lumière. Pour concentrer les ondes hertziennes, il faudrait donc des lentilles énormément plus grandes que la longueur de ces ondes; sans cela, le phénomène de diffraction deviendra prépondérant et la réfraction ne se fera plus régulièrement. Avec des ondes de quelques mètres, il faudrait donner aux lentilles un diamètre de plusieurs kilomètres; avec des ondes de quelques centimètres, il faudrait encore de très grandes lentilles... »

« Les différences apparentes dans la propagation lumineuse et électrique ne sont dues, dit M. Maurice Laur, qu'à la durée de la période, ou longueur d'onde. En passant des ondes les plus courtes aux ondes les plus longues on rencontre successivement les rayons chimiques, ultra-violets, bleus, verts, jaunes, rouges, les rayons calorifiques invisibles, et enfin les rayons hertziens. Si la lumière ordinaire permet d'envoyer des signaux on conçoit facilement l'utilisation dans ce but des rayons hertziens; mais si à l'aide de miroirs, dans le cas de la lumière ordinaire, on peut envoyer un faisceau de rayons parallèles dans une seule direction déterminée, avec les rayons hertziens, le phénomène de diffraction qui s'accentue en fonction de la longueur d'onde s'y oppose. Dans le cas de la lumière ordinaire la diffraction en fait pénétrer un peu à l'intérieur de l'ombre géométrique. On concevra par suite que les rayons hertziens dont les ondes sont un million de fois plus longues que les ondes lumineuses, puissent par

diffraction contourner les obstacles, et la convexité terrestre ; qualité que ne possède pas la télégraphie optique. »

« Certains savants, dit encore M. Poincarré, s'étonnent. 1° Que l'effet puisse être sensible à des centaines de kilomètres, s'il diminue, avec la distance, suivant la même loi que la lumière ; et ils en concluent que la propagation s'effectue par quelque processus différent, tel que la décroissance avec la distance soit moins rapide. Mais ils n'ont jusqu'ici rien pu trouver qui paraisse d'accord avec ce que nous savons de l'électricité. 2° Que les ondes hertziennes contournent les obstacles et ne se propagent pas en ligne droite comme la lumière. Ils oublient que la lumière non plus ne marche qu'à peu près en ligne droite ; que, par suite de la diffraction, un peu de lumière pénètre dans l'ombre géométrique. Or, la diffraction est d'autant plus marquée que la longueur d'onde est plus grande ; donc, les ondes hertziennes, qui sont un million de fois plus longues que les ondes lumineuses, pénétreront beaucoup plus facilement dans l'ombre géométrique et contourneront ainsi des obstacles qui nous paraissent énormes, tels que des petites collines, ou la convexité du globe terrestre qui, pour des distances de plusieurs centaines de kilomètres, représente un obstacle de plusieurs centaines de mètres de hauteur. 3° Ils font observer que la propagation est beaucoup plus facile sur mer que sur terre ; c'est en effet ce que toutes les expériences confirment ; ils en concluent que la conductibilité du sol joue un rôle prépondérant. Mais le fait tient-il à la conductibilité de l'eau de mer, qui est d'ailleurs très faible pour des courants de haute fréquence, ou s'explique-t-il par l'absence d'obstacles géométriques ? C'est ce qu'il est encore difficile de dire. D'ailleurs une expérience directe a montré qu'un cohé-

reur fonctionnait s'il était placé au fond d'un trou creusé dans la terre, « sans être recouvert », mais qu'il restait inactif s'il était enterré : ce qui prouve bien que les ondes ne passent pas à travers la terre par conduction, que par conséquent elles ne traversent pas les obstacles, mais qu'elles les contournent par diffraction...

Si la rétine humaine avait la même sensibilité que les appareils qui décèlent les ondes hertziennes à 300 kilomètres, nous devrions voir l'étincelle à 30 kilomètres, et cela sans le secours d'aucun système de concentration. Nous sommes loin de compte... » Cependant les cellules humaines peuvent réagir comme un cohéreur, et les effets de la foudre y produire la mort (A.-F. Collins, *Electrical* World, 22 février 1902). Ce serait là sans doute, le fameux choc en retour (Foveau).

## Théorie électro-magnétique de la lumière.

Pour la confirmer ou infirmer on a étudié expérimentalement les conditions de la propagation des ondes hertziennes et comparé les résultats numériques obtenus avec ceux qu'établissaient théoriquement les équations de Maxwell. Divers savants ont, dans ce but, étudié la propagation des oscillations hertziennes dans les milieux isolants (tels que l'air), et ils ont trouvé que les conditions de cette propagation était absolument celles qu'avait établies Maxwell et que notamment la vitesse des ondes hertziennes était égale à la vitesse de la lumière (300.000 kilomètres par seconde), ce qui découlait des idées mêmes de Maxwell. Mais la théorie de Maxwell a établi d'autres équations qui définissent la propagation dans les milieux bons conducteurs, ce qui correspond à des conditions très différentes de la propagation dans l'air, les corps conducteurs devant

exercer une action très absorbante sur les ondes hertziennes. L'étude expérimentale a été faite par M. Charles Nordmann, astronome à l'Observatoire de Meudon. Il a opéré sur divers liquides bons conducteurs (tels que l'acide sulfurique étendu et diverses solutions plus ou moins concentrées de chlorure de potassium) et il a déduit des résultats numériques obtenus la loi suivante: *les épaisseurs de ces divers liquides qui correspondent à une absorption totale des ondes hertziennes, c'est-à-dire les transparences pour ces ondes varient dans le même sens que les résistances ; elles croissent moins vite que les résistances, et plus vite que leurs racines carrées*. Or, si on compare cette loi expérimentale avec la loi théorique que l'on pourrait déduire des équations établies par Maxwell et M. Poincarré pour définir la transparence en fonction de la résistance, on trouve que ces deux lois sont identiques.

M. Nordmann, sur le glacier des Bossons, avec une antenne horizontale de 175 mètres de long reliée à des radio-conducteurs extrêmement sensibles, est encore arrivé à ce résultat intéressant que, « si le soleil émet des ondes hertziennes, elles sont complètement absorbées par les couches supérieures raréfiées de l'atmosphère terrestre », ce qui est d'ailleurs conforme à la propriété connue des ondes hertziennes d'illuminer les gaz raréfiés en étant absorbés par eux.

Il résulte encore de la théorie de Maxwell que les effets combinés des tensions électrostatique et électrokinétique donnent comme résultante une *pression* dans la direction de la propagation de l'onde, pression numériquement égale à l'énergie par unité de volume. Maxwell signalait même « que les rayons concentrés d'une lampe électrique tombant sur un même disque métallique, délicatement suspendu dans le vide, pouvait peut-être produire un effet mécanique appréciable ».

Cette action mécanique a été mise en évidence par sir William Crookes avec son radiomètre. M. Lebedew de l'Université de Moscou, élimine l'action radiométrique en se servant d'une grosse ampoule dans laquelle a été pratiqué le vide, et en excluant les rayons capables d'échauffer les parois du tube. Le mobile est une feuille très mince d'aluminium suspendue par un fil de verre, et la source de lumière un arc électrique. Les résultats obtenus concordent avec les résultats théoriques de Maxwell à 10 p. 100 près et montrent que la pression est directement proportionnelle à l'énergie de la lumière incidente et indépendante de la couleur.

## Emission et Ondulations.

M. D.-A. Casalonga, le distingué ingénieur avec lequel nous soutenons depuis longtemps la théorie *de la matérialité* du fluide électrique, écrit :

« Nous avons souvent regretté, pour l'avancement des sciences, que le prix du triomphe ait été décerné à la seule théorie des ondulations. Celle de l'émission eût dû triompher à son tour. Non seulement parce qu'elle était plus ancienne et qu'elle jouissait de la grande autorité de Newton, mais parce qu'elle a sa place à côté de l'autre théorie, non pas rivale, mais sœur. Que les travaux de Young et de Fresnel, vérifiés par les expériences d'Helmholtz, de Hertz, et de beaucoup d'autres physiciens, aient mis hors de contestation la théorie des ondulations, cela ne fait plus et ne peut plus aujourd'hui faire de doute pour personne. Le triomphe est éclatant. Mais que l'on ait cru devoir en déduire que la théorie de l'émission succombait par cela même, l'erreur fut grande. On croyait débarrasser la science d'une difficulté, et on en créait une nouvelle : l'ondulation sur place ». Cette difficulté n'était ni

vaincue ni même tournée par la brillante découverte de Maxwell. Car de ce que l'on pouvait se croire autorisé, à un moment donné, à concevoir l'existence d'un milieu éthéré, et l'identité de la lumière et de l'électricité, on n'en restait pas moins sur cette difficulté de l'éther « ondulant sur place ». Difficulté encore existante aujourd'hui, et qui faisait s'écrier, dans la propre patrie de Maxwell, par un grand penseur : « *On n'attribue qu'une seule propriété à l'éther, qu'une seule : celle* D'ONDULER ; *cette propriété est, au plus haut degré,* INCOMPRÉHENSIBLE *et elle échappe à l'analyse* » (1).

Si les idées sont encore confuses tant sur l'existence que, surtout, sur le jeu de l'éther, c'est parce que l'on n'a pas encore admis que la théorie de l'émission subsistait et subsistait même dans la théorie des ondulations. La théorie de l'émission est indispensable pour expliquer par les principes mêmes de la thermodynamique, la propagation des ondes, la naissance ou la variation de la force vive, et la mise en œuvre du grand principe de l'équivalence de la chaleur et du travail. Sans doute cela conduit à admettre les *fluides* et leur *matérialité ;* et il sera peut-être dur d'y revenir, fût-ce avec contrition, après avoir rejeté l'une et l'autre chose avec éclat. Mais hors de là il n'y a aucune base sûre, aucune hypothèse possible. M. J. Carpentier a *comparé l'éther à l'air atmosphérique* et il le suppose *constitué par une infinité de particules juxtaposées, indépendantes et d'une extrême mobilité.* Il le considère comme n'étant *nulle part au repos ; et, sans parler des grands mouvements qui peuvent l'entraîner en grandes masses et produire des courants comparables aux vents de notre atmosphère,* comme étant le *siège d'ébranlements vibratoires, analogues à ceux que produit le son dans*

(1) Lord Salisbury, congrès de la *British association,* à Oxford, 8 août 1894, traduit par W. de Fonvielle.

*l'air*. Nous n'avons jamais dit autrement (1), quoique moins bien, alors même que certains nous criaient : « *A bas l'éther !* » et que d'autres voulaient nous convaincre, de ce qu'ils admettent encore aujourd'hui, que les fluides ondulent sur place.

M. J. Carpentier vient, un des premiers, le premier peut-être, de rompre l'accord tacite qui a existé, si même il n'existe encore, entre la plupart des physiciens, et d'après lequel dire, depuis l'adoption de la théorie des vibrations, que l'électricité est un *fluide*, un *fluide matériel*, est une hérésie. » (Voir préface de l'*Année Electrique de 1901*.) « Si nous avons éprouvé quelque regret, après tant d'années d'efforts, de voir nos travaux ignorés ou méconnus, ce à quoi nous nous sommes du reste habitué, au moins avons-nous éprouvé une réelle satisfaction en voyant un ingénieur émérite, un grand savant, président d'une Association française pour l'avancement des sciences, en arriver enfin à comparer l'éther au fluide atmosphérique et entrer ainsi dans une voie dans laquelle nous nous étions déjà aventuré alors que nous ignorions encore les idées de Maxwell et les expériences vérificatives de Hertz. Dès l'instant que l'on admet l'existence de l'éther, il faut, de toute nécessité, lui donner une masse, et en déduire rationnellement, d'après sa vitesse, sa force vive. Celle-ci doit, dès lors, se traduire par des ondulations plus ou moins nombreuses, dans un temps donné, et par des manifestations diverses, suivant l'importance de la masse. Et l'on peut presque rappeler et appliquer ici le principe fondamental de mécanique rationnelle, que plus la masse est ténue plus grande est la vitesse pour une action calorique locale déterminée. Admettre l'exis-

(1) De la circulation cyclique de l'éther. Conférence du 26 octobre 1895. *Bulletin de février 1896 de la Société des anciens élèves des Ecoles nationales d'arts et métiers*.

tence de l'éther est une pensée juste. En admettre la constante vibration est un fait mis hors de doute et qui s'explique, en quelque sorte, philosophiquement. Mais en admettre la vibration *sur place* est une idée fausse. L'éther « ondule » mais en même temps, il se meut, il *circule,* il se propage en s'interposant avec lui-même et en suivant les règles et les principes de la mécanique rationnelle. L'éther, *substratum* de la matière, est la cause de tous les phénomènes de la nature depuis le plus intense, le plus grandiose, jusqu'au plus infime, au plus délicat. Son mouvement circulatoire donne une explication de la pesanteur, de la marée, de la chaleur, de la lumière, de l'électricité, du magnétisme, de la végétation, de la capillarité, etc. La lumière est un *fluide;* c'est un fluide infinitésimal *pondérable.* Il se meut, il *circule*, en ondulant. Il en est de même du fluide électrique ou magnétique — où la masse est différente, ou différemment influencée par l'action locale et dont les effets sur nos sens sont différents aussi. Ainsi la pensée de Maxwell attend de nouveau un complément, une extension utiles. Il faut faire *circuler* l'éther suivant les lois de la mécanique; et ne pas se borner à en considérer le seul état ondulatoire. »

## Théorie Électronique.

En exposant les procédés de la télégraphie sans fil devant les membres de la Royal Institution, à Londres, M. le professeur Fleming a exposé, avec clarté, une nouvelle théorie de l'électricité. (*Popular science monthly,* 1902.) J'ai eu pour objet, expose l'auteur, de montrer l'évolution de l'idée que l'électricité est atomique comme structure, et que ces atomes d'électricité, appelés *électrons,* s'attachent spontanément aux atomes matériels et en sont séparables. Les particules sépa.

rables constituent, autant que nous pouvons en juger, l'électricité négative. Les mouvements libres réguliers des électrons créent ce que nous appelons un courant électrique dans un conducteur, tandis que, quand ils sont attachés aux atomes, leurs vibrations sont la cause des ondes de l'éther ou radiations actiniques, lumineuses ou thermiques. L'éther peut seul mouvoir les électrons, il ne peut être mû que par eux; c'est l'électron qui, par ses mouvements rapides, crée la radiation de l'éther, et est à son tour affecté par celle-ci. Nous pouvons donc considérer un atome comme une sorte de planète accompagnée de petits satellites qui sont les électrons. Les électrons sont d'ailleurs susceptibles d'une existence indépendante, et constituent alors des particules de l'électricité dite négative. L'atome, avec sa proportion normale d'électrons, est électriquement neutre; il devient un ion positif quand on lui enlève des électrons et un ion négatif si on lui en ajoute. L'étude quantitative de divers phénomènes, tels que l'effet de *Zeeman,* la conductibilité déterminée dans les gaz par les rayons *Rœntgen* ou les rayons ultra-violets, a montré qu'il s'agit toujours d'électrons vibrants ; la charge électrique qu'ils portent est la même que celle convoyée par un atome d'hydrogène dans l'électrolyse. Il y a de bonnes raisons de penser que les corps vibrants qui donnent lieu à l'émission de la lumière, dans le cas d'un gaz incandescent ou d'une décharge électrique, sont des électrons associés aux atomes. L'énergie de la masse en mouvement de l'atome détermine la température, mais le fait que l'on peut avoir de la lumière sans chaleur devient compréhensible dès que l'on admet que c'est la particule électrique vibrante attachée à l'atome qui est la cause de la radiation lumineuse.

*Lorentz, Helmholtz, Thomson* et autres ont montré

que cette conception de structure atomique permet d'expliquer nombre de phénomènes électro-optiques inexplicables par toute autre théorie. La théorie de *Maxwell,* ramenant les effets électriques et magnétiques à des variations de tension dans l'éther, rend compte des phénomènes électriques dans le vide ; mais les complications introduites par la présence de matière dans les champs électriques et magnétiques soulèvent des difficultés énormes que la théorie de Maxwell n'a pas surmontées. La théorie électronique de l'électricité, qui est un développement d'une idée due à *Weber*, n'infirme pas les idées qui forment la base de la théorie de Maxwell ; elle les complète par une nouvelle conception, celle de l'électron ou particule électrique, comme la chose qui est mue par la force électrique et qui, à son tour, donne naissance à la force magnétique. La conception de l'électron comme un point ou une petite région vers laquelle convergent les lignes de force dans l'éther, nécessite le mouvement corrélatif des électrons positifs et négatifs, et nous sommes conduits à nous demander si l'atome n'est pas simplement une collection d'électrons. S'il en est ainsi, tous les effets mécaniques et matériels doivent être transcrits en langage électrique. L'inertie de la matière serait simplement due à l'induction de l'électron ; tous les faits de l'électricité et du magnétisme peuvent être rétablis dans l'idée de l'électron, tous les changements chimiques sont dus à des forces électriques mises en jeu entre atomes qui ont gagné ou perdu des électrons. Si les électrons en mouvement constituent un courant électrique, les électrons à rotation sont la cause des effets magnétiques. Les vues relatives à l'inertie de la matière auxquelles se réfère le professeur Fleming sont celles que le Dr Larmor a exposées dans son ouvrage « Ether and matter ». M. Jeans y a opposé une sérieuse

objection, mais sa théorie est aussi impuissante que toutes les autres pour expliquer la force de la gravitation universelle. Nous avons besoin, remarque M. Fleming, d'un second Newton qui formulera pour nous la vraie loi d'action de ces électrons, qui forme la pierre angulaire et fondamentale de l'univers matériel. L'effort du savant anglais Fleming vers la pénétration de la cause des phénomènes le place au premier rang des penseurs. — E. D. (*Revue pratique de l'Électricité.*)

## Phénomènes Électro-Vitaux.

Dès 1893, Foveau de Courmelles comparait les phénomènes digestifs et l'assimilation de leurs substances en des organes divers, à des actions polaires disséminées dans les corps vivants. Depuis, Branly a montré l'analogie des faits d'inhibition et de coordination nerveuse avec la radioconductibilité. Ces comparaisons se poursuivent et se complètent.

*Sur la réponse électrique dans les métaux, les tissus animaux et végétaux.* — M. J.-C. Bose, professeur au Présidence Collège à Calcutta, dans ses travaux sur le cohéreur, a étudié les courbes représentant la variation de résistance électrique en fonction de la grandeur de l'excitation par les ondes électromagnétiques et a remarqué la grande analogie de ces courbes avec celles que les physiologistes ont relevées depuis longtemps sur les tissus musculaires soumis à une excitation électrique. M. Bose, dans une série de recherches très étendues, a été amené à modifier et le mode d'excitation de la matière et la méthode d'observation, mais il y a continuité complète entre les phénomènes qu'il présente aujourd'hui à la Société et ses recherches anciennes sur les radio-conducteurs. L'objet à étudier, muscle, tige ou racine végétale, fil métallique, est relié à un

galvanomètre balistique par deux contacts électrolytiques. L'excitation s'obtient mécaniquement, par une torsion d'un angle connu, suivie immédiatement d'une détorsion d'un angle égal, de manière à revenir à l'état initial. Cet appareil, sans modification, ne saurait, par raison de symétrie, donner aucune déviation au galvanomètre ; aussi les physiologistes qui l'ont employé prennent-ils la précaution de tuer, par exemple par immersion dans l'eau chaude, l'une des moitiés du muscle ou nerf qui porte l'un des contacts électrolytiques. M. Bose remplace cette méthode par la méthode du *bloc* qui consiste à immobiliser dans un petit étau la partie moyenne de l'objet. Une torsion exercée à l'un des bouts n'atteint alors que le contact électrolytique en deçà du bloc et le passage d'une certaine quantité d'électricité, souvent très grande, est observée au galvanomètre. M. Bose montre que la réponse électrique existe d'une manière tout à fait analogue dans les tissus animaux et végétaux et dans les fils métalliques. Toutes les particularités observées par les physiologistes peuvent être reproduites sur la matière inerte. Pour ne citer qu'un petit nombre des exemples de M. Bose, illustrés par la projection de nombreuses courbes, et par des expériences faites devant la Société, on peut donner à un fil métallique toutes les apparences de l'anesthésie, de la fatigue, de la rigidité cadavérique, de l'empoisonnement, du tétanos. M. Bose, se réservant de présenter à une autre occasion un exposé plus détaillé du côté physique de la question, conclut qu'il est inutile, au moins pour ce qui concerne les phénomènes de réponse électrique, d'invoquer pour la matière vivante, des forces de nature différente des forces physique et chimique qui expliquent les phénomènes de la matière minérale. Il réprouve l'usage souvent fait par les physiologistes d'une force vitale

mystérieuse, de nature hypermécanique, et à laquelle on peut reprocher de n'être qu'un mot ne correspondant à aucune définition précise (1).

— « Soutenir, dit M. Ernest Bosc, que *le métal est une sorte d'animal*, ne serait-ce pas soulever des tempêtes? Et cependant, dussions-nous passer pour paradoxal, nous dirons que le métal, le fer, par exemple, a une vie propre ; nous allons le démontrer. Tout le monde sait aujourd'hui que si après avoir déterminé la *force*, la puissance d'un aimant, on l'arrache violemment de son armature, cet aimant est affaibli, il ne peut plus porter un poids aussi considérable qu'avant cet arrachement. Ce fer aimanté est donc fatigué, et pour le remonter et lui donner sa *force normale*, il faut lui réappliquer son armature et y suspendre des poids légers, qu'on peut augmenter progressivement tous les jours. Au bout d'un certain temps, on peut constater que l'aimant s'est renforcé, amélioré, s'est *nourri,* pour nous servir du terme consacré dans les laboratoires de physique ; aussi peut-il supporter alors une charge beaucoup plus considérable que celle qu'il pouvait porter primitivement. La raison, nous la connaissons, c'est affaire *Polarité* : l'acier aimanté, ayant un pôle positif et un pôle négatif, attire l'électricité de l'espace et, traversé par ce courant, il s'aimante de plus en plus fortement. » Pour donner la vie, pour *vitaliser* l'acier, comme disent les métallothérapeutes,

(1) Pour deviner l'existence des métaux. dit le ***Western Electrician,*** dans le sol, par application d'électrodes mobiles reliées par des fils à un pont de Wheastone ou autre appareil pour mesurer la résistance du circuit. Elles cheminent sur une surface déterminée de telle façon qu'on obtient la mesure d'un grand nombre de résistances se trouvant dans des directions variées; par la comparaison de ces résultats, il serait possible de déterminer si le courant suit comme conducteur un filon métallique ou un sédiment.

il faut le relier par son armature au grand courant magnétique de la Nature. Ceci admis, disons que les molécules du fer, qui sont tantôt *grains,* tantot *chair*, forment des agrégats infinitésimaux qui animent le métal d'une vie propre; ces molécules constituent dans le métal de véritables globules de vie, des *boulets vitaux*, dirons-nous ; il s'ensuit que lorsqu'une pression ou une traction exagérée est exercée sur une solive en fer, celle-ci est fatiguée, *énervée,* nous n'osons dire *neurasthénique* ; alors les nerfs de sa chair sont changés en *grains,* ce qui produit un trouble profond dans la cohésion du métal ; d'où diminution de vigueur, de vitalité; le fer a perdu de sa rigidité et, si la pression persiste avec plus d'intensité et de durée, elle amènera la rupture, c'est-à-dire la *mort* de la dite solive (1). Voilà ce que savent à peu près tous les techniciens (architectes, ingénieurs, serruriers), mais ce que beaucoup ignorent, c'est que si cette solive, un peu avant le moment de sa rupture, si cette solive surmenée et partant *convalescente* est laissée en repos un certain

(1) Tantôt on voit, comme en 1902, à Paris, un fiacre qui, rue de Rome, se séparait de l'une de ses roues par suite de la rupture de son essieu, laissant en panne voyageur et cocher; puis, une voiture de la Société générale des transports, lourdement chargée de cotonnades roubaisiennes, qui s'affale sur la chaussée, au milieu de la rue de Londres, par suite d'un accident analogue : l'essieu s'est brusquement rompu au niveau du moyeu d'une roue de derrière. L'œil nous permet parfois d'apprécier ces modifications. Dans la pratique industrielle, les ouvriers reconnaissent aisément les fers, les aciers et les fontes de différentes espèces en examinant leur cassure; on connaît les expressions : *cassure à nerf, à grain fin, à gros grain,* etc., qui servent à caractériser ces métaux. Les métallographes ne sauraient se contenter de semblables définitions ; ils examinent le métal dans sa structure la plus intime, grâce à l'emploi du microscope, et cet examen ne peut être fait utilement que sur des plaquettes dont la surface a été parfaitement polie.

temps, l'électricité terrestre la refait, elle se restaure, sa force première lui revient peu à peu ; on dirait que ses molécules, ses petits organismes vitaux se reconstituent et reprennent leur potentialité première ; c'est du moins ce qu'affirme le savant professeur Kennedy, ingénieur américain. — Ce savant a établi, par une suite d'expériences, qu'une barre de fer qui, dans un premier essai, avait exigé un certain degré de flexion pour être *forcée*, fléchissait quelques heures plus tard et même le lendemain sous une charge moindre. Aussi s'imagina-t-il de mettre au repos pendant plusieurs jours des barres de fer *surmenées* et de faire sur celles-ci de nouveaux essais à des intervalles de temps de plus en plus espacés. Il put constater alors, non sans une certaine surprise, que le retour progressif de la force perdue était en rapport direct avec la durée du repos. On peut activer la revivification, la restauration, si l'on peut dire, d'une barre de fer, et cela presque instantanément, par la *recuite*, c'est-à-dire par le chauflage au rouge du métal, suivi de la trempe ; mais l'opération ne donne pas toujours les résultats espérés. La fatigue et la restauration des métaux ne peuvent exister que parce que leurs molécules sont des organismes vivants, pénétrés peut-être de l'intelligence cosmique ; dès lors, ils sont capables de modifier leur état, afin de pouvoir s'adapter aux conditions de l'ambiance. J'admets sans peine que les métaux : le fer, l'acier, l'or, ont une vie propre, aujourd'hui encore inconnue, mais qu'on pourra constater peut-être dans un avenir prochain. De vieux mineurs, de simples ouviers, considèrent certaines gangues dans les mines d'or, comme de l'or en formation, de l'or qui commence sa *vie*. Donc, on peut admettre que le métal est un animal, a une vie propre qui prend son origine dans un *Ferment*. »

## CHAPITRE II

# APPAREILS ET FAITS NOUVEAUX

Décharges électriques. — Anomalies de décharges électriques. — Sur la décharge électrique dans la flamme. — Spectre continu des étincelles électriques. — Photographies des décharges électriques, — Photographie d'un éclair multiple. — Propriétés électro-magnétiques de l'air liquide. — Balance-cuvette électro-magnétique. — Différences de potentiel au contact. — Magnétisme d'alliages. — Magnétismo des ferro-siliciums. — Nouveaux appareils de mesure. — Ondographes. — Rhéostats hydrauliques. — Piles. — Nouveaux types d'accumulateurs. — Recharge des accumulateurs. — Soupape électrique et redresseur condensateur.

### Décharges électriques.

Les particules matérielles arrachées de chaque pôle et transportées sur le pôle opposé sont, d'après M. Séménow, et selon les deux pôles, d'espèces différentes. Il fait passer la décharge d'une bobine d'induction entre une flamme de gaz et une solution saline renfermée dans un tube de verre de $0^{m}/^{m}$ 5 à $1^{m}/^{m}$ de diamètre intérieur. Lorsque la solution est placée au pôle négatif, les particules constituant le flux anodique arrivent avec une grande vitesse sur la surface du liquide qui, sous l'influence de cette chute, jaillit du tube sous forme d'un jet lumineux. Ce jet, qui peut atteindre plusieurs millimètres de longueur, est doué d'un éclat considérable. M. Séménow a trouvé que la direction du jet dépend de l'angle formé par le plan de l'orifice du tube avec l'axe de ce dernier. Quand l'ouverture est droite, le jet de liquide paraît se diriger

parallèlement à l'étincelle; mais si l'on taille en biseau l'extrémité du tube, le jet lumineux, tout en conservant sa base au point d'aboutissement de l'étincelle, s'en écarte d'autant plus que l'angle d'incidence de l'étincelle est plus grand. On peut en conclure que le flux anodique, en se réfléchissant sur la surface du pôle négatif liquide, entraîne avec lui une partie de la solution sous forme de jet lumineux. L'énergie du flux anodique sert de la sorte à la production du travail. Il en résulte que la cathode s'échauffe beaucoup moins que dans le cas où il n'y a pas de travail produit. Et, de ce fait, le liquide du pôle négatif n'entre jamais en ébullition; par contre, la quantité de chaleur dégagée sur une cathode solide, où il n'y a aucune production de travail, est suffisante pour faire fondre une aiguille en acier.

La réflexion du flux anodique sur le gaz donne lieu au même phénomène que dans le cas des liquides et il y a dédoublement de la flamme au pôle négatif. On peut le définir comme un entraînement de matière par le flux anodique après sa réflexion sur la cathode. Lorsqu'on fait passer la décharge entre une flamme et une solution saline placée (dans un tube de verre) au pôle positif, l'eau s'évapore très vite et il pousse sur l'orifice du tube un champignon de sel décomposé par l'électrolyse et par la chaleur; des vapeurs métalliques se produisent et la flamme se colore faiblement, suivant le sel employé. Mais si le liquide s'écoule goutte à goutte, l'étincelle jaillit entre la flamme et chaque goutte en formation; dans ce cas, ni l'étincelle ni la flamme ne se colorent jamais. Ces faits démontrent qu'il n'y a pas d'arrachement de pôle positif et que la matière transportée par l'étincelle vers le pôle négatif provient exclusivement du gaz ou de la vapeur se trouvant au voisinage immédiat du pôle.

## Anomalies de décharges électriques.

Dans les expériences de M. Crémieu, des secteurs de micanite mobiles dorés sur les deux faces se chargeaient par influence entre deux secteurs fixes et l'on pouvait mesurer la charge prise, puis abandonnée par eux. En faisant des séries de mesures quand on charge les secteurs fixes successivement + et −, on a observé que les débits mesurés sont constamment plus forts quand les secteurs mobiles sont chargés positivement que lorsque leur charge est négative. Dans certaines séries, les secteurs de micanite étaient entièrement dorés; ils étaient isolés les uns des autres par l'air et le disque d'ébonite sur lesquels ils sont fixés. La dissymétrie entre les débits des deux signes atteint alors 25 à 30 pour 100 en faveur des charges positives. Dans d'autres séries, les secteurs de micanite étaient dorés sur 5 cm. de largeur, l'isolement était dû à la micanite même, à l'ébonite et à l'air. La dissymétrie était alors de 75 à 100 pour 100 en faveur des charges positives. Enfin, dans certaines conditions, qui n'ont pas pu être exactement précisées, la dorure, après avoir été chargée positivement pendant un certain temps, refuse complètement de se charger négativement; les débits négatifs deviennent nuls. Ces phénomènes qui paraissent dus à la pénétration des charges, se produisent dès les premières mesures effectuées même avec des diélectriques neufs. Ils paraissent ne se produire qu'à partir de certains voltages, 4.000 volts pour la micanite, beaucoup plus pour l'ébonite. Lorsqu'on fait des séries de mesures en élevant graduellement le potentiel de charge, les dissymétries augmentent avec ces potentiels et sont toujours en faveur des charges négatives et du même ordre de grandeur. L'étude de ces faits est rendue extrêmement difficile, parce que les phénomènes

dépendent en partie de l'état initial des diélectriques qu'il est impossible de connaître. L'auteur termine sa communication en relatant le phénomène qu'il a observé en opérant des vérifications à l'aide de la nappe témoin et qui semble bien montrer les particularités qui se constatent au voisinage de nœuds d'oscillations électriques.

## Sur la décharge électrique dans la flamme.

On sait que la variation de la pression, au sein d'un gaz, exerce une influence sur le caractère de la décharge électrique. Cela étant, M. Séménow a pensé intéressant d'étudier l'influence, sur la décharge, d'autres facteurs que la pression, et à ce point de vue, l'étude de la décharge électrique dans la flamme du gaz lui a présenté un grand intérêt. Il a conduit ses essais en faisant passer la décharge d'une bobine d'induction entre un bec de gaz et une pointe métallique ou entre deux becs de gaz, en se servant de becs Bunsen de petit diamètre. Il donne dans sa communication tous les phénomènes qu'il a constatés et qui se résument ainsi : Sa décharge électrique dans la flamme, nettement dissymétrique, permet de constater les faits suivants : 1° le pôle négatif s'échauffe beaucoup plus que le pôle positif; 2° du pôle positif vers le pôle négatif et toujours dans un seul sens, il se fait un véritable transport de particules matérielles qui suivent toutes les sinuosités de l'étincelle; 3° le pôle négatif est le siège d'un phénomène de reflux de particules matérielles dont la direction parait indépendante de la position relative des deux pôles.



## Sur le spectre continu des étincelles électriques.

M. B. Eginitis a étudié le spectre des étincelles électriques ordinaires jaillissant entre deux électrodes métalliques, il est accompagné d'un spectre continu dont l'intensité est, en général, très faible par rapport à l'intensité des raies. Ce spectre continu est ordinairement uniforme presque partout le long de l'étincelle. Au contraire, son intensité n'est pas la même dans les différentes régions du spectre. Sauf ce spectre continu ordinaire, on en voit rarement apparaître un autre instantané et très étroit doué d'une intensité comparable ou supérieure à celle des raies. Le spectre continu ordinaire dans les mêmes conditions varie avec la nature du métal dont les pôles sont constitués. Le fer, le cobalt, le nickel, le manganèse, le magnésium sont parmi les métaux dont le spectre continu est très intense.

L'intensité du spectre continu ordinaire dépend de la valeur de la self-induction du circuit de décharge. Quand la self-induction augmente, le spectre continu diminue d'intensité avec une vitesse qui dépend du métal des électrodes. Cette variation est très rapide pour les métaux, plomb et mercure, tandis que pour les métaux fer, nickel, cobalt, magnésium, elle est beaucoup plus lente. Si la self-induction prend des valeurs de plus en plus grandes, l'intensité du spectre continu ordinaire diminue de plus en plus et, à la fin, des raies existent sur un fond absolument obscur. Pour tous les métaux que M. Eginitis a examinés, le spectre continu s'élimine complètement pour des valeurs convenables de la self-induction, qui sont en général très petites. D'après Cazin, la production du spectre continu ordinaire est due aux particules incandescentes arrachées

aux pôles. Si l'on remarque que, d'une part, les métaux dont le spectre continu est très intense sont justement, comme l'a vérifié M. Eginitis, par un examen microscopique, les métaux qui donnent un très grand nombre de particules incandescentes (fer, nickel, cobalt, manganèse), tandis que, pour les autres métaux, elles sont beaucoup moins nombreuses; et que, d'autre part, dans le cas de l'augmentation de self-induction, les particules deviennent de plus en plus rares, cette opinion de M. Cazin, dit M. Eginitis, paraît comme une des explications probables de ce phénomène. L'existence de ces particules peut expliquer aussi les spectres continus instantanés que l'auteur a cités au commencement. Enfin, ajoute l'auteur, le spectre continu est quelquefois très intense au voisinage des électrodes, surtout quand ces électrodes sont des fils plus ou moins fins; ce renforcement provient de l'incandescence des extrémités des pôles. — (Georges Petit, *Revue pratique de l'électricité.*)

## Photographies de Décharges électriques.

Il s'agit de diriger la décharge électrique sur la plaque sensible de façon à la rendre régulière et symétrique, tout en lui faisant produire des dessins susceptibles de fournir des motifs d'ornementation qu'on peut varier à l'infini. Il faut, pour cela, dit M. Stéphane Leduc, préparer la plaque sensible : dans le laboratoire obscur, éclairé par la lumière rouge, on recouvre une plaque sèche au gélatino-bromure d'argent avec un cache en carton, dans lequel on a eu soin de découper préalablement le dessin symétrique que l'on veut reproduire par la décharge ; à l'aide d'un tamis, on saupoudre avec une poudre isolante telle que fécule, amidon, soufre, oxyde ou sel métallique pulvérulent, etc. On

enlève le cache ; le dessin découpé est reproduit sur la face sensible par la poudre, le reste de cette face restant net et lisse. On peut varier le résultat non seulement en employant différents dessins, mais encore en répartissant sur la face sensible des pièces d'étain, de plomb, de cuivre, etc., diversement taillées.

Les poudres donnent des traits plus ou moins ténus, suivant leur finesse et leur densité; les poudres les plus compactes donnent les traits les plus fins, et l'on peut obtenir une grande diversité d'aspect en employant des poudres différentes, différemment réparties à l'aide de plusieurs caches. La plaque au gélatino-bromure d'argent ainsi préparée est placée par son côté non sensible sur une feuille métallique mise en communication avec l'un des pôles du générateur d'électricité. Sur la face sensible, au milieu du dessin symétrique formé par la poudre, on fait reposer une pointe métallique communiquant avec l'autre pôle du générateur. Les différences de pôles contribuent également à varier les résultats. Dans l'expérience ainsi disposée, la plaque au gélatino-bromure d'argent représente le diélectrique d'un condensateur dont la feuille et la pointe métalliques forment les armatures. On fait éclater une seule décharge ; on essuie soigneusement la plaque avec un linge sec de manière à n'y pas laisser de poudre, et on développe par les procédés habituels. Le résultat, toujours imprévu, ajoute à l'attrait de ces expériences. Comme générateur d'électricité, on peut utiliser soit une bobine d'induction (dite bobine de Ruhmkorff), soit une machine statique, et les plus petits générateurs suffisent. — (*La Photographie* et la *Chronique Industrielle.*)

## Photographie d'un Éclair multiple.

M. Piltschicoff a adressé à l'Académie des Sciences une photographie d'un éclair pris en mai dernier au nouvel observatoire météorologique de Kharkov. L'intérêt particulier de cette photographie consiste en ce qu'elle représente un éclair multiple avec plusieurs branches qui paraissent être rigoureusement parallèles. Une branche A de l'éclair, d'une grandeur d'environ 4 kilomètres, traverse la plaque dans la direction horizontale ; elle est suivie sur environ 330 m. (comptés en ligne droite) dans sa partie gauche par une autre branche B, et dans sa partie droite sur environ 770 m. par une nouvelle branche C. Ces deux branches B et C sont aussi parallèles. Les branches A, B et d'autres sont linéaires, la branche C est un éclair-bande. La distance entre les branches A et B et les branches A et C dans leurs parties parallèles est au moins de 16 m. ; entre les branches B et C, dans leur partie parallèle, la distance est au moins de 22 m.

## Propriétés électro-magnétiques de l'Air liquide.

A la *Société des Électriciens,* le 5 mars, M. d'Arsonval décrit d'abord l'appareil de M. Cailletet, formé d'un réservoir à moitié rempli de mercure dans lequel plonge une éprouvette verticale ouverte en bas et fermée en haut. La partie supérieure de l'éprouvette renferme le gaz à liquéfier et peut être refroidie au besoin par l'évaporation d'un gaz facilement liquéfiable placé dans un manchon. Une pompe de compression permet d'envoyer de l'eau au-dessus du mercure et, par l'intermédiaire de ce dernier, de comprimer très

fortement le gaz emprisonné à la partie supérieure de l'éprouvette. — Quand une pression suffisante est atteinte, on ouvre un robinet, le gaz se détend brusquement et cette détente le refroidissant, on voit apparaître dans l'éprouvette une trace de liquéfaction évidente, mais fugitive. — L'idée de M. Cailletet a donc été d'utiliser le refroidissement produit par une détente brusque pour atteindre le point critique signalé par Andrews. Plus tard, en reprenant l'appareil Cailletet et en le perfectionnant, MM. Dobrowolski et Olzowski ont obtenu la liquéfaction de l'azote, de l'oxygène, de l'hydrogène. Ces procédés sont difficilement applicables dans l'industrie. On a bien cherché à utiliser le refroidissement produit par la détente pour obtenir la liquéfaction des gaz en faisant travailler un piston actionné par le ou les gaz à liquéfier, mais aux très basses températures les huiles s'épaississent, et la lubrification des organes devient difficile. Toutefois, le lubrifiant employé est formé par l'air liquide lui-même dont les premières gouttes humectent le cylindre.

Actuellement, l'air comprimé en deux temps dans un appareil compresseur est envoyé dans un triple serpentin formé de trois tubes de cuivre concentriques. Le tube central livre passage à l'air à liquéfier, le deuxième qui entoure le premier reçoit de l'air très fortement comprimé et détendu qui fait retour au cylindre compresseur à haute pression. — Quant au troisième, il joue le même rôle qu'une chemise de vapeur dans une machine motrice, il empêche le réchauffement de l'ensemble des deux premiers, en évacuant vers l'atmosphère l'air préalablement liquéfié et vaporisé à nouveau. Grâce à cet ensemble de dispositions dues à M. Linde, on peut atteindre la température de (— 140°) qui constitue la température

critique de l'air. Le liquide ainsi obtenu est un mélange d'éléments liquéfiés : azote, oxygène, acide carbonique et autres gaz récemment découverts dans l'atmosphère. Il est inodore et incolore, mais quand il vient d'être préparé, il parait légèrement blanchâtre, c'est qu'il renferme en suspens de petits cristaux d'acide carbonique — solidifié à ces basses températures. Rien n'est plus facile du reste que de recueillir ces cristaux sur un filtre en papier.

On peut conserver très aisément l'air liquide dans un récipient à doubles parois, disposé de telle sorte que l'espace annulaire soit complètement clos et vide d'air. On pousse le vide aussi loin que possible avec une trompe à mercure. — Ainsi que Dulong et Petit l'ont montré, l'absence de molécules d'air empêche tout échauffement de la masse interne par conductibilité. M. d'Arsonval revendiqua l'idée de ce dispositif dès 1888 — depuis on a pris la précaution d'argenter les vases pour empêcher tout échauffement par rayonnement. On y peut conserver l'air liquide pendant près d'un mois. Rien n'est curieux comme de voir manipuler l'élément liquéfié avec autant de facilité qu'on le ferait d'un liquide quelconque. Pendant ces manipulations, on aperçoit un nuage excessivement ténu qui doit être formé de particules imperceptibles d'air solidifié par le froid dû à l'évaporation.

L'air liquide n'est aucunement dangereux : On peut y plonger les mains sans sentir autre chose qu'un peu de fraîcheur ; toutefois, il ne faudrait pas prolonger l'expérience jusqu'à la disparition complète du phénomène de caléfaction. Il possède des propriétés excessivement curieuses. Il durcit les corps mous comme le liège ou le caoutchouc : un tube de cette dernière substance, plongé dans l'air liquide, devient dur et cassant comme du verre. Le liège subit les mêmes modifica-

tions et peut être pulvérisé dans un mortier. Quand la température de ces corps est redevenue égale à celle de l'atmosphère ambiante, liège et caoutchouc reprennent leurs propriétés élastiques. Aux températures de l'air liquide, la résistance des métaux augmente dans de très notables proportions. Si l'on suspend un fil de fer à une potence avec, à l'extrémité libre, un petit plateau de balance, puis versant de l'air liquide dans un petit tube entourant le fil métallique, on peut alors charger le plateau d'un poids trois fois supérieur à celui qu'il faut pour le rompre ordinairement, mais dès que l'air liquide est évaporé et que le fil a repris la température ambiante, il se brise sous l'influence du poids tenseur. Chimiquement, l'air liquide décolore un grand nombre de substances et active les combustions. Une allumette présentant seulement quelques points en ignition se rallume lorsqu'elle est plongée dans l'air liquide. Ce corps agit négativement sur les micro-organismes, les germes sont facilement détruits par une faible élévation de température et peuvent aisément résister à des températures très basses, la cellule renfermant de l'eau à des pressions énormes qui l'empêchent de se congeler. L'air liquide peut servir à la préparation de l'hydrogène pur en partant du gaz d'éclairage.

Aux basses températures de l'air liquide, la conductibilité des métaux augmente en même temps que leur résistance mécanique. En refroidissant par immersion dans cet élément un fil de cuivre intercalé dans le circuit d'une pile et d'un galvanomètre, on constate une augmentation très notable de l'intensité du courant. Si on retire le fil ou si on le laisse revenir à la température ordinaire, on constate une déviation en sens inverse de l'aiguille de l'instrument. L'expérience met le fait en évidence : On intercale dans un circuit de

distribution un certain nombre de lampes électriques disposées en série, avec une résistance métallique logée dans un tube isolant. Par l'effet de cette résistance, les lampes rougissent à peine. On plonge alors la résistance dans une éprouvette remplie d'air liquide, immédiatement les lampes s'illuminent comme si la tension de la distribution était changée. L'air liquide permet de révéler les propriétés magnétiques de l'oxygène aux très basses températures. A cet effet, si l'on verse un peu d'air liquide sur les pôles en regard d'un aimant de Faraday, l'oxygène liquéfié reste accroché aux pôles de l'électro en se séparant de l'azote non magnétique. Le courant étant interrompu, l'oxygène tombe à son tour. Pour montrer la très grande résistance électrique de l'air liquide, on en remplit une boîte de bois dans laquelle on plonge une petite bobine de Tesla dont le primaire est monté sur un transformateur à 15.000 volts. On produit ainsi au moyen d'un interrupteur tournant des courants de haute fréquence. Pour ces courants, un très grand nombre d'isolants sont inefficaces, tandis que l'air liquide produit une isolation parfaite.

« Quel est l'avenir réservé à l'air liquide? dit la *Revue pratique de l'Électricité*. Nul ne saurait le prévoir, mais il peut être appelé à faire un jour une grande concurrence à l'électricité, car ces expériences toutes scientifiques sont peut-être le prélude d'applications immédiates. Rappelons à ce sujet que lorsque le premier moteur asynchrone fut présenté à la société des ingénieurs-électriciens de Londres, un des membres de l'assemblée fit observer que cela ne constituait qu'un joujou sans importance. L'inventeur répliqua modestement que son invention n'avait aucune prétention — et pourtant les moteurs asynchrones sont maintenant partout répandus dans l'industrie. Les masto-

dontes à air comprimé qui parcourent les rues de la capitale deviendront peut-être un jour pratiques et économiques si l'on parvient à remplacer l'air comprimé par l'élément liquéfié; alors, ils feront probablement une sérieuse concurrence aux tramways électriques, surtout si les municipalités s'obstinent à proscrire absolument et systématiquement le trolley. Disons, en terminant, que M. d'Arsonval a signalé les tentatives faites pour remplacer l'arc électrique par l'air liquide dans la fabrication du carbure de calcium. Le procédé, qui réussit très bien au laboratoire, n'est pas assez rémunérateur dans l'industrie, mais ces tentatives nous montrent que les électriciens ne doivent pas se désintéresser de ces recherches. C'est pour ces raisons que nous avons cru utile de les signaler. » — L. D.

## Balance-cuvette électro-magnétique(1).

L'appareil se compose essentiellement : d'un socle en forme de tablette portant un support maintenant en

(1) Les opérations photographiques, et principalement les développements, nécessitent, pour l'obtention de bons résultats, un balancement continuel des cuvettes dans lesquelles s'opèrent les réactions chimiques. Jusqu'à nos jours, on se servait de balance-cuvettes automatiques ou à mouvement d'horlogerie qui demandaient, pour leur fonctionnement, d'être lancés ou remontés, et arrivait-on avec peine à obtenir des balancements de quelques minutes et très irréguliers avec des chances de renversement de liquide dans le cas d'une petite brusquerie involontaire; l'instabilité de ces appareils les rendait également bien incommodes. Dans le cas des développements lents, si préconisés aujourd'hui, indispensables pour les rayons X, les anciens appareils deviennent absolument inutilisables par suite de la présence obligatoire de l'opérateur pour la surveillance constante de son balance-cuvette ; l'ensemble de tous ces inconvénients oblige aujourd'hui à l'emploi de balance-cuvettes constants et à balancements réguliers.

équilibre sur son axe transversal une planchette sur laquelle on pose la cuvette à balancer.

Deux électros-aimants, situés de chaque côté du support, servent à actionner la planchette au moyen de deux armatures magnétiques placées au-dessus des deux électros-aimants. — Deux contacts en équerre servent à la fois de contact et de buttoir d'arrêt. — Deux ressorts servent à régulariser les balancements. — De chaque côté de la planchette se trouve un contact, reliés par un conducteur et aboutissant à la borne. Les deux électros-aimants sont reliés ensemble par un conducteur et à l'autre borne, les équerres de contact sont reliées à leurs électros respectifs.

Enfin, si l'on met l'appareil en communication avec une source d'électricité, par les bornes, le dispositif d'ensemble du dessin montrera d'une façon suffisante comment se distribue le courant électrique pour actionner alternativement les électros-aimants, lesquels communiquent un balancement régulier et constant à la planchette sur laquelle se placent les cuvettes servant aux opérations photographiques, et cela, par la seule manifestation d'un commutateur. (Louis Legendre.)

Ce balance-cuvette électro-magnétique, ne demandant pour son fonctionnement qu'une source d'électricité relativement faible, et la dépense de courant étant de peu d'importance, on peut le brancher sur n'importe quelle pile de sonnerie d'appartement. « Néanmoins, dit l'inventeur, je me réserve le droit d'introduire dans le socle qui formerait boîte, la source électrique nécessaire au fonctionnement de l'appareil. Tel est, en principe, l'ensemble des dispositions adoptées dans mon système de balance cuvette électro-magnétique. — *Revendications* : En résumé, je revendique comme ma propriété entière et exclusive : 1° Le système de balance-cuvette électro-magnétique, disposé

et combiné comme décrit. 2° Le système de balance-cuvette constant, ne demandant pour sa marche continuelle aucun remontage comme dans les autres appareils. 3° La disposition facultative de la source électrique dans le socle de l'appareil. Le tout, tel qu'il vient d'être décrit en principe, en référence au dessin spécimen annexé, et dans le but spécifié. — (Louis LEGENDRE, *Photo-Revue*.) »

## Différences de Potentiel au contact.

M. Boley présente une classe de piles formées d'amalgames saturés des deux métaux considérés avec deux électrolytes convenablement choisis, ces piles semblent pouvoir fournir la valeur du contact électrique. En utilisant le contact argent-mercure associés à l'acide sulfurique, pile qui donne la mesure la plus nette, l'auteur est arrivé à trouver au contact une différence de potentiel de 1 millivolt, valeur inférieure aux erreurs expérimentales possibles ; donc, si le contact de ces métaux est certainement de l'ordre du millivolt, sa valeur absolue ne sera connue que par des mesures beaucoup plus précises que celle qu'on sait faire actuellement. — *L'emploi de l'électromètre capillaire pour la mesure des différences de potentiel vraies au contact des amalgames et des électrolytes* a servi à M. Poincaré ; il a, lui aussi, décrit une forme d'électromètre capillaire permettant la mesure des différences de potentiel au contact des amalgames et des électrolytes. Il a utilisé cet électromètre pour l'étude de différentes questions, en particulier pour examiner la variation de la différence de potentiel avec la température. M. Poincaré signale spécialement les propriétés curieuses qu'il avait remarquées de l'amalgane d'étain en présence de l'acide sulfurique : pour cet amalgame,

la valeur de la force électromotrice qui rend la constante capillaire maxima est sensiblement nulle dès la température ordinaire; il en résulte qu'en construisant un électromètre avec cet amalgame, on obtient un instrument dont les indications sont indépendantes du signe de la force électromotrice. — Armstrong et Orling ont fait un relais électro-capillaire dont la différence de potentiel variable servira de récepteur pour les cohérences des ondes hertziennes.

## Magnétisme d'Alliages.

MM. Nogaoka et Honda ont étudié les variations des dimensions des alliages de fer et de nickel soumis à des actions magnétiques intéressant leur emploi croissant dans les appareils de mesure, en raison de leur anomalie de dilatation, exigeant que l'on connaisse parfaitement toutes leurs causes de variations ; et en vue d'établir la théorie de la transformation de ces alliages. Les changements de longueur, dans les champs auxquels les instruments de mesure peuvent être soumis, sont assez faibles pour qu'il n'y ait pas à en tenir compte, mais ne suivent en aucune façon la loi des mélanges, et sont beaucoup plus considérables que ceux du fer ou du nickel pris isolément.

## Sur le Magnétisme des Ferro-Siliciums.

Les ferro-siliciums et leurs alliages ont un électromagnétisme intéressant. M. Jouve l'a étudié en ramenant à deux pesées la mesure de l'influence attractive d'un électro-aimant parcouru par un courant produisant un magnétisme constant, sur une masse constante de 15 grammes de ferro-alliage. Ce dernier était finement pulvérisé pour le rendre homogène, et conte-

nu dans une petite boîte permettant d'opérer sur un corps de forme géométrique invariable. L'influence de l'enveloppe était préalablement mesurée.

Pour un grand nombre de mesures, dans des conditions variées quant à la valeur du courant, les résultats sont concordants et sont comparables sur une courbe. On porte en abcisse les richesses en silicium de l'alliage et en ordonnée le poids qu'il est nécessaire d'ajouter pour équilibrer l'influence de l'électro-aimant. Les courbes ainsi obtenues présentent deux chutes brusques dans leur continuité, aux environs de 20 pour 100 de silicium ainsi que de 33 pour 100. Entre ces deux points, c'est-à-dire entre 5 et 20 pour 100 et entre 20 et 36 pour 100 la courbe est sensiblement une droite, c'est-à-dire que, en dehors de ces deux points 20 et 33 l'influence d'un électro-aimant sur ces alliages est proportionnelle à leur richesse en silicium. Or ces deux points d'inflexion correspondant aux deux composés définis du silicium avec le fer, $Fe^{2}$ Si et Fe Si. Donc pour ces alliages, l'existence d'un composé défini se traduit sur la courbe par une brusque diminution de la valeur de cette couche; on est en droit de conclure à la non-existence entre 5 et 36,6 pour 100 de silicium, d'autres composés définis que ceux qui viennent d'être indiqués.

## Nouveaux Appareils de Mesure.

*Pour la détermination de la perméabilité du fer et de l'acier*, Lamb et Walker comparent la réluctance d'une éprouvette de fer ou d'acier à la réluctance d'un entre-fer de section constance et de longueur variable; la précision de la mesure ne dépendant que la précision avec laquelle on pourra évaluer la longueur variable et l'induction magnétique de l'entrefer.

— *Pour la mesure de la différence de phase*, Bres-

lauer, mesure de très grands décalages de phase, en partant de ce principe que, pour une valeur de $\cos \varphi \leq 0,1$, les méthodes utilisées jusqu'ici, et fondées sur des mesures au wattmètre, ne conviennent pas et que le wattmètre semble tout à fait impropre à cet usage. La méthode appliquée par M. le directeur Breslauer repose sur l'emploi d'un voltmètre différentiel, qui se distingue d'un voltmètre à fer doux ordinaire en ce que la bobine magnétisante est munie de deux enroulements en opposition. Si l'on monte une résistance non inductive $r$ en avant de l'appareil dans lequel on veut mesurer le décalage de phase, le voltmètre différentiel permettra de mesurer soit la somme géométrique, soit la différence géométrique des tensions respectivement absorbées dans la résistance et dans l'appareil lui-même.

— *Un nouvel indicateur de phase.* Woodbury, trouvant l'emploi d'un voltmètre et de lampes à incandescence pour indiquer la concordance de phase lors du couplage en parallèle d'alternateurs, un procédé simple et commode, mais lorsqu'il s'agit seulement d'unités de faible puissance, et insuffisante pour de grandes unités, où de légères différences de phase ont beaucoup d'importance, a voulu construire des appareils donnant des indications suffisamment exactes. Dans la grande station centrale d'énergie des chutes du Niagara, les pièces de contact des interrupteurs brûlaient souvent, par suite de ces petites différences de phase. M. P. M. Lincoln, chef d'exploitation de cette station, est parvenu pourtant à construire un instrument convenable, relativement simple, qui permet de déterminer rapidement et avec certitude de faibles différences de phase. La forme extérieure de l'appareil rappelle celle d'un petit ventilateur électrique. Le moteur porte un disque vertical fixe sur lequel circule un index porté par l'arbre.

— *Mesures des fréquences.* Pour un courant

alternatif le nombre de périodes par seconde les caractérise. La *période* est l'intervalle de temps exprimé en secondes qui s'écoule entre deux passages d'un même pôle devant le circuit induit. La fréquence est donc *l'inverse* de la période. M. A. Samojloff a décrit dans *Annalen der Phyzik,* une méthode de détermination de la fréquence d'un courant alternatif employé à l'éclairage. Au cours d'expériences ayant pour objet l'étude de l'influence produite sur la rétine par des excitations intermittentes, l'auteur se servait d'un disque rotatif portant des secteurs noirs et blancs alternés et éclairés par une lampe à incandescence alimentée par un courant alternatif. Il a constaté que quand les alternances de blanc et noir frappant l'œil sont synchroniques avec les alternances d'éclairage de la lampe, le disque rotatif semble immobilisé. Les extinctions périodiques du filament, quoique n'impressionnant pas la vue, sont assez accusées pour empêcher la vision des nuances intermédiaires entre le maximum et le minimum de blanc et pour communiquer ainsi l'illusion du disque au repos. La fréquence d'un courant alternatif donné s'obtient donc en faisant tourner un disque agencé semblablement à celui-ci devant une lampe alimentée par ce courant. On règlera la vitesse angulaire jusqu'à ce que le moment de l'illusion soit atteint. Le nombre des secteurs blancs multiplié par le nombre de tours par seconde fournit le nombre de renversements du courant par seconde. La fréquence est égale à la moitié de la valeur ainsi obtenue. On peut, de la même manière, déterminer la fréquence d'un interrupteur Wehnelt en le couplant en parallèle avec une lampe à arc.

— *De son côté,* M. R. Manzetti, fixe un disque de cuivre et un petit parallélipipède de fer sur tige d'aluminium et les place chacun dans un champ alternatif indé-

pendant. Les plans du disque et du rectangle font avec la direction commune des deux champs des angles déterminés. Les champs alternatifs, dont l'intensité est supposée réglable et due à des courants alternatifs, produisent sur l'équipage, d'une part, par courants de Foucault dans le cuivre, d'autre part, par simple magnétisme sur le fer, des moments de torsion dont la résultante peut être annulée par le réglage des champs, et le moment dû aux courants de Foucault dépend seul de la fréquence.

— *Essayeur d'isolation apériodique avec batterie de piles sèches* (*Système Hartmann et Braun*), il consiste en un galvanomètre sensible type Deprez-d'Arsonval, disposé en série avec une batterie de piles sèches et une résistance auxiliaire, le tout réuni en une boîte portative facile à manier. La courroie sert à le porter en bandoulière ou ceinturé; étant donné qu'il n'y a pas de manœuvre à faire pour la mesure, l'ouvrier qui souvent est obligé de travailler en position embarrassée sur une échelle ou en couloirs étroits, a donc les deux mains libres. Il n'est pas influencé, comme les autres appareils, par des champs magnétiques extérieurs et peut ainsi servir à proximité de générateurs, de moteurs et de conducteurs à charge intense; il n'a besoin d'être orienté ni dans le méridien magnétique ni en position horizontale, l'index suit apériodiquement et les déviations sont proportionnées à l'intensité. On peut faire les mesures d'isolation avec la tension de service, conformément aux ordonnances de sûreté actuelles, soit directement avec le voltage du réseau lorsqu'il s'agit de courant continu, soit avec une autre source de courant continu de voltage équivalent. Les valeurs du barême de l'appareil sont établies pour les mesures avec la batterie intérieure; pour les mesures exécutées avec d'autres voltages, ces valeurs sont réduites selon une

formule simple, indiquée sur l'instrument, lequel en outre porte l'indication de sa résistance intérieure et de la tension de la batterie. Le système du galvanomètre ne réagit que sur courant continu, particularité qui permet de faire des mesures d'isolation pendant la marche aux services de courant alternatif, en alimentant l'appareil de courant continu superposé. Pour éviter la détérioration de l'appareil en cas d'isolation insuffisante de la canalisation, on mesurera toujours d'abord avec la batterie intérieure, après avoir vérifié celle-ci à l'égard de son état normal. A cette fin, on met des bornes en court circuit, pour voir si la déviation est de 80°; si elle ne l'est pas on règle l'index sur ce point à l'aide de la vis à entaille placée dans la paroi de la boîte, et commande une dérivation magnétique.

— *Un galvanomètre indépendant du champ magnétique* à principe intéressant est dû à M. P. Weiss, qui relie à la bobine d'un galvanomètre ou ampèremètre du type d'Arsonval ordinaire une petite aiguille de fer doux et suspend la bobine avec des fils exerçant une force directrice aussi petite que possible. La force directrice agissante est alors due à l'action de l'aimant permanent sur l'aiguille de fer, et, comme la force déviatrice dépend aussi du même champ magnétique, les déviations sont indépendantes des quelques variations se produisant dans la résistance magnétique de l'aimant. Ce fait est rendu évident par l'établissement du tableau des courants employés pour produire les déviations jusqu'à 70°, avec des champs de 500 et 600 gauss; la différence maximum est seulement de 1/2 p.100. Les déviations ne sont, cependant, pas exactement proportionnelles au courant.

— *Un voltamètre pour faibles courants*, du docteur A. Lehfeldt (Société de physique de Londres), comporte un tube capillaire d'environ 25 centimètres de long

complètement rempli de mercure à l'exception d'une bulle d'une solution de nitrate de mercure de 1 centimètre de long placée dans le voisinage du centre. Des connexions sont établies avec les deux colonnes de mercure ainsi formées à l'aide de fils de platine traversant les parois du tube. On place l'instrument dans une position verticale, l'anode étant en haut et la quantité d'électricité qui passe est mesurée par le changement de volume de chaque électrode. Dans une expérience, cette modification a été mesurée à l'aide d'un micromètre; mais il est nécessaire, dit l'*Electricien,* que les courants soient faibles pour éviter les complications dues à la polarisation.

— *La balance-voltamètre automatique* (*Zeitschrift für Elektrochimie*) de M. W. Pfauhauser, donne la faculté de connaître directement le poids de la cathode sans qu'il soit besoin de l'enlever du bain électrolytique et, par conséquent, de déterminer automatiquement le poids du métal déposé pendant un certain temps ; cela sans retirer la cathode, la laver soigneusement et la sécher avant de pouvoir constater son réel accroissement de poids. L'élément de la cathode fixé au fléau et le bain galvanoplastique sont établis dans le même circuit, la colonne de support du fléau de la balance intervient comme une portion de ce circuit et le courant circule. Quand le poids du métal déposé atteint une certaine valeur, le fléau de la balance incline vers l'électrolyte, il établit un contact qui met une sonnerie en circuit et elle résonne. En même temps un contact entre au godet rempli de mercure et l'autre bras du fléau est rompu, le circuit principal est interrompu et l'opération cesse. Ce voltamètre a été spécialement étudié pour son emploi dans les travaux d'argenture. Son principe n'est pas nouveau attendu qu'Edison a fait breveter dès 1880 un voltamètre enregistreur

quelque peu semblable en son principe et en sa construction.

— Le *Dispositif d'Électroscope atmosphérique enregistreur* de M. Le Cadet, décrit à l'Académie des Sciences, doit servir à des mesures électriques qu'il a l'intention d'exécuter cet été au sommet du Mont-Blanc, et il a voulu : 1° réaliser un collecteur d'électricité qui soit soustrait aux difficultés offertes dans ce poste élevé et pour une observation de longue durée, par l'emploi soit d'un écoulement d'eau, soit d'une flamme, soit d'une mèche. Il s'est arrêté, à cet effet, à un dispositif consistant en chlorure de baryum et de radium étendu et non agglutiné dans une enveloppe en clinquant d'aluminium hermétiquement close et portée à l'extrémité d'une tige de laiton de 2 m. de longueur isolée sur un disque de soufre. De nombreux essais paraissent assurer d'excellents résultats ; 2° obtenir l'enregistrement continu des indications de l'électroscope transportable d'Exner, qui a servi à l'auteur dans ses ascensions en ballon libre, pour déterminer la variation du champ électrique avec la hauteur. M. Le Cadet semble avoir résolu cette seconde partie de son programme par son dispositif photographique.

## Ondographes.

L'*ondographe Hospitalier* se compose d'un petit moteur synchrone qui commande par les trains d'engrenage un tambour enregistreur et un commutateur, l'appareil est complété par un deuxième enregistreur dont l'aiguille trace, sur le tambour, la courbe du phénomène périodique. Cette aiguille est équilibrée afin de supprimer les frottements sur le papier ; de plus son bras de levier est très long et par suite les arcs (ordonnées des courbes) se rapprochent d'une ligne droite.

— L'*ondographe Girard* est analogue et approprié à la très basse fréquence des oscillations à mesurer. Le courant principal alimentant les arcs passe dans une faible résistance aux bornes de laquelle vient se brancher un circuit dérivé passant dans un voltmètre enregistreur très amorti. Une batterie d'accumulateurs contrebalance la plus grande partie de la différence de potentiel aux bornes de la résistance, de sorte qu'on mesure en réalité cette différence de potentiel (ou bien l'intensité qui la traverse) diminuée d'une quantité constante ; on obtient ainsi plus facilement un enregistrement à grande échelle des variations. Un commutateur, manœuvré par l'arbre du moteur au moyen d'un engrenage, ferme le circuit pendant une durée constante égale à une faible fraction de la durée du cycle du moteur et à des intervalles de temps égaux à $\frac{84}{85}$ de la durée du cycle. On a ainsi au bout de 85 cycles le tracé d'une courbe représentant la variation pendant un cycle, étant admis, comme dans tous les appareils analogues, que les 85 cycles ont été sensiblement identiques.

L'aiguille du galvanomètre, partant du zéro, reçoit d'abord une série d'impulsions dans l'intervalle desquelles la force antagoniste tend à la ramener en arrière. Au bout de quelques secondes, pour une valeur constante du courant, elle exécute une série d'oscillations toutes identiques entre elles, et un étalonnage de l'appareil permet de trouver la relation entre la position de l'aiguille et la valeur du courant. La relation est encore sensiblement vraie lorsque l'aiguille, au lieu de recevoir des impulsions identiques, reçoit des impulsions lentement variables.

## Rhéostats hydrauliques.

— *Un rhéostat à liquide pour un potentiel de*

*11.000 volts* figurait à l'exposition pan-américaine de Buffalo. Destiné aux effets d'illumination des palais; il commandait simultanément 200.000 lampes à incandescence de 8 bougies, opérant les gradations de lumière depuis le rouge sombre jusqu'au blanc éblouissant. C'est la première fois, dit l'*Electrical World and Engineer*, que pareille quantité de lampes ont été insérées dans un circuit primaire où régnait une tension de 11.000 volts et dont l'intensité lumineuse s'accroissait graduellement par la manœuvre du rhéostat. Il était monté au point d'aboutissement des câbles à courants triphasés venant du Niagara. L'édifice qui l'habitait contenait trois réservoirs d'eau affectés chacun à une phase du courant, ayant 3 mètres de longueur sur 1 mètre de largeur et 1 mètre de profondeur, établis sur des isolateurs en porcelaine. La variation de résistance était obtenue par l'immersion dans le liquide de lames d'acier de 2 mètres 50 de longueur sur 18 millimètres d'épaisseur. Elles avaient la forme trapézoïdale, mesurant à une de leurs extrémités 30 centimètres et à l'autre 20 centimètres de longueur. Elles étaient disposées de façon à recevoir un mouvement de rotation autour d'un axe horizontal et à prendre des positions obliques en tournant. Par suite, suivant le sens du mouvement de rotation, le résistant va en augmentant ou en diminuant. Un appendice prolongeant la partie supérieure des lames demeure continuellement plongé dans le liquide et le circuit peut, à chaque instant, être supprimé au moyen d'un interrupteur à huile. Quand l'extrémité supérieure des lames est horizontale, l'extrémité inférieure la plus étroite appuie sur un contact métallique placé au fond du réservoir ; la résistance est, par ce moyen, mise hors circuit. La consommation d'énergie d'un semblable appareil doit être considérable; elle n'est pas inférieure à 800 kv. Un moteur

actionnait ce rhéostat. Depuis le moment de l'insertion dans le circuit jusqu'à celui où l'intensité lumineuse des lampes atteignait son maximum, il s'écoulait 45 secondes: l'opération inverse durait 75 secondes.

— *Le Rhéostat à liquide perfectionné* de M. Lindley consiste en un réservoir en bois plus long que ne l'exige la longueur des électrodes qui, dans ce cas, sont placées horizontalement. Elles sont fabriquées en fonte de fer percées d'un grand nombre de trous ayant pour double but de favoriser la libre circulation de l'électrolyte et les mouvements d'ascension et de descente de la plaque supérieure qui est manœuvrée par une vis. Les électrodes occupent à peu près le tiers du réservoir, le restant est réservé à un serpentin de réfrigération en tubes de cuivre dont les spires sont sillonnées par un écoulement d'eau réglé au moyen d'une soupape, une pompe peut être même ajoutée si on veut considérablement augmenter le débit. Dans un essai fait avec cet appareil, on avait à absorber une énergie de 154 k. w. — 700 ampères sous 220 volts — il fut possible de maintenir la température de l'électrolyte pendant toute la période de durée de l'essai, c'est-à-dire pendant six heures, à environ 97,5 degrés, et dans ce cas la fourniture de l'eau froide fut pourtant quelque peu restreinte; la température de l'eau de circulation au moment où elle sortait du serpentin était de 94,4 degrés, soit 3,1 degrés en dessous de celle de l'électrolyte du réservoir. On aurait pu utiliser cette eau à l'alimentation des chaudières. — E. D.

— *Une nouvelle forme de résistances hydraulico-métalliques,* réglables, a été employée et imaginée par MM. Haber et Geiperle pour leurs recherches expérimentales électro-chimiques sur l'alumine. Cette résistance comprend un grand nombre de tubes en nickel placés parallèlement et reliés à leurs extrémités par

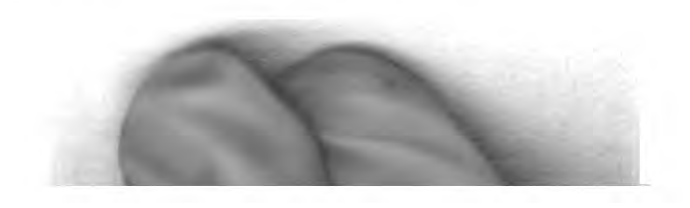
un accouplement de même métal en U. Le tout est dressé dans un cadre ou châssis et les extrémités supérieures des deux derniers tubes sont ouvertes et munies d'un ajutage en caoutchouc qui communique avec un réservoir d'eau. (*Zeitschrift für Elektrochimie.*) Des pièces de cuivre ou de nickel munies de glissières et d'une vis de serrage accouplent chacune une paire de ces tubes et peuvent être ainsi fixées à la hauteur désirée. Le premier et le dernier tube sont reliés par une borne au circuit. On conçoit dès lors que si toutes les pièces à glissière sont disposées au sommet des tubes, tout le courant passe directement dans l'appareil sans traverser les courbures de la résistance, tandis que si elles se trouvent en bas, le courant traverse tous ces tubes avant de se rendre aux appareils d'utilisation. En faisant varier les positions de tous ces ponts, on peut donc régler le courant dans des limites extrêmement variables; et comme un courant d'eau froide circule constamment à l'intérieur des tubes de nickel, on évite de cette manière très simple l'échauffement anormal, et par conséquent les modifications inattendues qui peuvent en résulter pour la résistance, et l'on obtient dès lors toute l'exactitude voulue.

## Piles.

Un perfectionnement par le cadmium de la pile Clark, dû au professeur Callendar, donne des courants assez intenses mais de courte durée, sans qu'il y ait polarisation et avec la certitude qu'après la décharge la force électromotrice de l'élément revient à sa valeur nominale, et cela sans aucun moyen artificiel, comme, par exemple, le rechargement de la pile. L'électrode négative est composée d'un amalgame de cadmium et de mercure, fait dans des proportions con-

venables, au-dessus de laquelle se trouve une couche de sulfate de cadmium. Après, vient le mélange ordinaire de cristaux de sulfates de mercure et de cadmium dans lequel est noyée une bande amalgamée de platine. Un fil de même métal est relié à cette bande et constitue l'un des pôles, l'autre pôle de la pile consistant en un fil semblable, qui plonge dans l'amalgame de cadmium. Une couche de verre pilé empêche les différents produits de se déranger et enfin le col du récipient est rempli de glu marine en guise de bouchon. Cet élément peu humide possède généralement une force électromotrice très stable à la condition de lui demander de faibles courants 1$^{m}$ A. et très courts de durée. — La pile Henry Tinsley à amalgame de cadmium y reçoit un fil de platine négatif isolé par un tube de verre; au-dessus sont des couches de sulfate de cadmium seul, puis associé au sulfate de mercure et recevant une plaque de platine constituant le positif. Cette pile est constante, de 1.0190 v.

— On peut faire *varier la force électromotrice* et le coefficient de température de l'élément Daniell avec la concentration du sulfate de zinc. La force électromotrice d'un élément Daniell varie avec la concentration du sulfate de zinc et la température. M. Chaudier a étudié ces variations pour des solutions de sulfate de zinc dans l'eau distillée depuis la saturation jusqu'à zéro et pour des températures comprises entre 5° et 20°. Dans les expériences qu'il a faites la solution du sulfate de cuivre était toujours saturée. 1° En partant de la saturation, la force électromotrice d'un Daniell croît quand la concentration du sulfate de zinc diminue, passe par un maximum pour une solution à 1/2 pour 100, puis décroît pour des concentrations plus faibles; 2° le coefficient de température d'abord négatif, croît et s'annule pour une concentration comprise



entre 7 pour 100 et 8 pour 100, ainsi que l'a indiqué Helmholtz ; mais après avoir atteint un maximum positif, il décroît et s'annule de nouveau pour une solution de sulfate de zinc à 1/2 pour 100. Au-delà, il continue à décroître quand la concentration diminue ; 3° l'élément Daniell fournit un étalon de force électromotrice indépendant de la température, quand il est constitué par une solution de sulfate de zinc soit à 7,5 pour 100 soit à 1/2 pour 100.

## Nouveaux Types d'Accumulateurs électriques.

*L'accumulateur de MM. Abbey et Jacob Altmos* est constitué d'électrodes horizontales ; une bande de métal (tenant toute la largeur de l'accumulateur) réunit les électrodes de même parité ; la série des électrodes positives est emboîtée par celle des négatives ; et, dans le but d'emmagasiner le bioxyde de plomb et de laisser passer la matière active, ces électrodes sont cannelées et percées de trous. Des feuilles de plomb isolées obturent les parois latérales ; on réalise ainsi un accumulateur totalement enfermé et affectant la forme prismatique.

— *L'accumulateur de G.-W. Hough* a chaque électrode constituée par une feuille enroulée en demi-cylindre, et portant des nervures dont les creux reçoivent le composé plombique. Les électrodes de même parité ainsi agencées sont placées les unes par-dessus les autres ; une fois terminée, la batterie affecte la forme cylindrique avec prise de courant aux deux bouts.

— *L'accumulateur V.-G. Apple* est composé d'une série d'éléments ; chacun d'eux est en plomb et offre la forme d'une caisse qu'une autre feuille de plomb

sépare par le milieu en deux compartiments. Intérieurement ces caisses sont cannelées, et c'est dans ces rainures qu'est logée la matière active ; l'espace restant inoccupé dans les deux compartiments de l'élément est suffisant pour y loger l'électrolyte. On peut, au dire de l'auteur, obtenir 4 volts de chaque élément aussi formé.

— *L'accumulateur de Menges* (Hollandais) est constitué par une série de cellules placées côte à côte et séparées par des plaques isolantes. Dans une cellule, on loge deux plaques positives qui sont réunies ; le composé plombique est porté sur chacune de ces plaques ; une matière poreuse remplit les intervalles de ces dernières et les parois des cellules.

— *Trois accumulateurs Buckley*. Le premier brevet donne la description d'une batterie d'accumulateurs à haute tension, la force électromotrice de chaque élément y vient renforcer la force électromotrice de l'élément voisin. Une caisse, divisée en compartiments par des cloisonnements étanches en métal, contient une certaine quantité d'électrodes. La plaque positive est placée d'un côté de chaque cloison : cloison et plaque positive sont reliées métalliquement ; la plaque négative est de l'autre côté. Ces deux plaques sont absolument isolées l'une de l'autre, car elles ne descendent pas jusqu'au fond du vase ; malgré cela, elles baignent l'une et l'autre dans l'électrolyte. — Les électrodes (deuxième brevet) sont disposées de la même manière que dans le type précédent, seulement elles ne sont séparées dans le récipient que par de simples grilles. On interpose entre les électrodes du charbon en menus fragments ou en poudre ; et de préférence du charbon de bois qui est doué de la propriété d'absorber les produits gazeux de l'électrolyse. — Le troisième brevet est constitué par une série d'auges métal-

liques isolées les unes des autres par des grilles en matière isolante, les vides des grilles sont comblés avec un mélange de bioxyde de plomb et de coke. Un support en bois reçoit l'auge inférieure, tandis que l'auge supérieure est recouverte par une plate-forme également en bois, on marie ces deux plates-formes par des chevilles.

— *Accumulateur à gaz Andrew Plecher*. Les vases de l'accumulateur sont constitués par un mélange d'argile ou de plâtre et d'une solution de chlorure de platine ou de chlorure de palladium. Cela fait un mélange céramique. Après séchage, les vases sont cuits de façon à donner par décomposition du chlorure sous l'action de la chaleur. Les parois intérieures des vases sont garnies d'un réseau conducteur formant électrode reliée au conducteur extérieur. Une électrode semblable extérieure est reliée au deuxième conducteur. La partie inférieure de la pile est constituée par une chambre munie d'un robinet d'écoulement et d'une conduite d'hydrogène : l'oxygène est emprunté directement à l'air atmosphérique. Grâce au platine ou au palladium finement divisé provenant de la décomposition du chlorure, la *combinaison chimique des deux gaz* se produit dans les parois de l'élément. L'eau qui en résulte ruisselle des parois et tombe dans une chambre puis dans une rigole extérieure.

Afin d'accélérer la combinaison, on fait usage d'une bobine d'induction, dont le circuit secondaire est relié, d'une part, au pôle de la pile, ou accumulateur, d'autre part à un conducteur placé à peu de distance de la paroi extérieure du vase. Le circuit primaire de la bobine d'induction peut être alimenté, soit par une pile spéciale, soit par la pile à gaz elle-même, mise en circuit sur elle-même. L'avantage de l'emploi de la bobine d'induction est de chasser l'eau de combi-

naison formée par les pores du vase et d'empêcher par conséquent la polarisation. Pour son fonctionnement cette pile n'a donc pas besoin d'un électrolyte : il serait plutôt nuisible. L'évaporation de l'eau de combinaison y peut être accélérée par un courant d'air ou de gaz sec. Ce dispositif producteur d'électricité peut être employé pour la combinaison d'autres gaz chimiques que l'oxygène et l'hydrogène, par exemple chlore-hydrogène, acétylène-oxygène, chlore-ammoniac, etc... Ce pourrait donc être soit une pile à gaz proprement dite, soit un appareil utilisateur des gaz souvent perdus comme sous-produits des opérations dans les industries chimiques.

*Un accumulateur plomb-zinc.* — L'*Elek. Zeit.* du 26 juin publie une relation accompagnée de diagrammes et de tableaux de quelques expériences effectuées avec des batteries zinc-plomb par M. Gabran. Il fit usage d'une boîte en cuivre amalgamé comme plaque négative divisée eu compartiments séparés par des cloisons amalgamées et perforées ; les plaques positives sont des plaques au peroxyde de plomb ordinaire. Comme électrolyte, il emploie un mélange de sulfate de zinc et d'acide sulfurique. En opérant la décharge de 2,4 volts à 2,1 volts en 10 heures, il obtenait avec une batterie 331 watts-heure pour un poids total de 14,3 kg. Il a poursuivi ses expériences pendant un an et demi avec ces batteries et il n'a trouvé aucune raison qui s'oppose à leur application pratique. Leur avantage sur l'accumulateur ordinaire au plomb réside en un poids moindre d'électrodes et une plus grande force électromotrice. Le cuivre n'est pas attaqué.

*Accumulateur à hydrure de cuivre.* — Si l'on associe, comme électrode négative, une plaque de charbon revêtue d'hydrure de cuivre $Cu^2H^2$ en électrolysant

une solution acidulée sulfuriquement de sulfate de cuivre avec un courant d'un ampère à 2 volts 5, à une plaque de peroxyde de plomb formant électrode positive, on obtiendrait prétendument une force électromotrice de 2,79 volts et une capacité considérablement supérieure, paraît-il, à celle de l'accumulateur au plomb.

*Electrodes d'accumulateurs.* — M. Jungner a sa cathode en plaque portant des pointes sur un côté; on met la matière active sur la plaque, de manière que les pointes fassent saillie. Cette cathode est préparée de la manière suivante, avec un métal dont l'oxyde est insoluble dans la potasse. On prend une plaque de nickel de la forme indiquée, on la plonge dans une solution de chlorure de sodium, il se forme une couche de chlorure de nickel. On plonge ensuite la plaque dans de la potasse qui transforme ce chlorure en oxyde, puis dans l'acide chlorhydrique qui donne avec cet oxyde un chlorure de grande porosité:

$$NiO^2 + 4Hcl = Nicl^2 + 2H^2O + Cl^2$$

La plaque amalgamée ensuite avec de l'amalgame de zinc est employée comme cathode. A la décharge, il se produit la réaction:

$$NiO^2 + 2KOH + Zn = NiO + K^2O^2Zn + H^2O.$$

La réaction inverse se produit pendant la charge. — Au lieu d'électrodes en nickel on peut employer des électrodes en fer; les réactions sont à peu *près les mêmes.*

— M. K. V. Stechow, de Berlin, prend un cadre à l'intérieur duquel sont fixées des bandes de plomb enroulées en spirales, ayant une de leurs extrémités libres pour faciliter le jeu de la dilatation et de la contraction. Après la fixation, elles sont soumises à une pression qui a pour but de fermer partiellement l'es-

pace autour des enroulements et d'amener leurs bouts dans les limites du cadre. Une masse granuleuse soluble dans l'eau peut être utilisée avec avantage dans cette opération afin d'empêcher le remplissage complet des intervalles successifs entre les spirales. L'électrode, après dissolution de cette matière inerte dans l'eau, est prête à être placée dans le bain électrolytique. Cette forme d'électrode, convenablement fabriquée, possède une grande surface, tout en ayant une épaisseur relativement faible, avantage d'une importance appréciable dans l'accumulateur.

*Un accumulateur monstre.* — On a beaucoup remarqué à la Pan-American Exibition de Buffalo, un accumulateur, construit par le Gould Storage C°. Cet élément, en plomb pur, est constitué par 50 plaques positives et 51 plaques négatives de 38 centimètres de largeur sur 76 de hauteur. Son poids total est de 4 tonnes, y compris le liquide et le bac en bois doublé de plomb. Il peut fournir une décharge de 2,000 ampères pendant 8 heures, 4,000 ampères pendant 3 heures ou 8,000 ampères pendant 1 heure. Au régime de 2,000 ampères il représente une énergie disponible d'environ 32 kilowatts-heure. Cet accumulateur détient le record, jusqu'à nouvel ordre, du poids, de la puissance et de l'énergie.

## Recharge des Accumulateurs.

M. L. Baudry de Saunier décrit dans la *Locomotion*, un appareil dû à M. Thomas d'Agen. Cet appareil se compose simplement d'une planchette d'ébonite sur laquelle sont montées : quatre bornes, dont deux pour l'arrivée du courant et deux pour la sortie ; une douille pour le montage d'une lampe de 16 bougies (laissant passer 1/2 ampère) ou de 32 (1 ampère) ; un tube ho-

rizontal contenant un liquide spécial ; enfin une manette de contact qui fait passer le courant dans ce tube. Pour utiliser l'appareil, il suffit dès lors d'enfoncer un raccord dans une douille de montage de lampe ordinaire, après s'être informé de la nature du courant qui doit être continu, et de sa tension qui ne doit pas excéder 120 volts ; puis, ayant mis en place la lampe de résistance, de frapper un coup de pouce sur la manette du contact. Le liquide rougit immédiatement dans le tube horizontal du côté où se trouve le pôle positif. On attache alors le fil qui se trouve de ce côté-là à la borne positive de l'accumulateur, et l'autre à la borne négative. On peut dès lors laisser l'accumulateur se recharger seul. Si épuisé soit-il, il récupérera en une nuit assez de fluide pour fonctionner encore plus de 500 kilomètres. Le rechargeur de M. Thomas s'adresse aux médecins, aux dentistes, aux préparateurs de laboratoires, etc., à toutes les personnes qui emploient de petits accumulateurs.

— La capacité des accumulateurs augmenterait en élevant la température de l'endroit où s'effectue la décharge ; en maintenant les batteries à une température constante de 45° à 55°, on est parvenu à leur faire rendre 40 0/0 d'énergie en plus, d'après un ingénieur hanovrien. Il est douteux, mais non point impossible, que cette découverte repose tout au moins sur un principe vrai qu'il serait bon d'approfondir avant de donner de son application des résultats aussi exagérés. Ce procédé a été, du reste, indiqué par Gaston Planté, qui conseillait de chauffer les éléments.

— Par *courant alternatif*, M. B.-E. Ball, intercale dans le circuit de charge les éléments et les en retire durant une alternance conformément à la variation de la force électromotrice alternative, c'est-à-dire que si la force électromotrice alternative est de trois volts,

par exemple, un élément d'accumulateur est introduit ; et lorsque la force électromotrice augmente plus d'éléments sont intercalés jusqu'à ce que, au sommet de la courbe, la batterie entière soit en circuit ; lorsque la force électromotrice commence à décroître, les éléments sont éliminés dans l'ordre inverse. La branche négative de la courbe subit alors une commutation et la même opération se renouvelle, les éléments, cependant, étant introduits et retirés dans un ordre de succession inverse à ce qu'il serait sur la branche positive de la courbe. L'appareil qui remplit ces fonctions consiste en un commutateur compliqué, actionné par un moteur synchrone.

## Soupape électrique et Redresseur condensateur.

*Pour transformer des courants alternatifs simples et polyphasés en courants continus*, M. Nodon utilise avec un appareil simple et d'un fonctionnement parfaitement régulier, la propriété, découverte par Buff en 1857, que présente une anode d'aluminium plongée dans un électrolyte d'opposer un obstacle très considérable au passage d'un courant. Il constitue une pile d'un cylindre de fer ou de fonte au centre duquel est maintenu, à l'aide d'un bouchon de caoutchouc, un bâton d'aluminium allié à 5 pour 100 de zinc, immergé dans une solution neutre et saturée de phosphate d'ammoniaque. Si l'on applique à cet élément une force électromotrice alternative qu'on fait croître progressivement de 15 à 110 volts, il se forme en quelques secondes, à la surface du bâton d'aluminium, une couche de phosphate d'alumine qui se comporte comme un isolant parfait jusqu'à 130 volts. Un dispositif automatique relie alors les bornes du circuit

d'utilisation à celle du courant alternatif par l'intermédiaire d'éléments ainsi disposés : A chaque borne du courant alternatif (monophasé ou polyphasé) sont reliés les pôles de nom contraire de deux éléments; quant aux pôles restés libres, on a réuni ensemble ceux de même nom et l'on obtient un courant qui se dirige de l'aluminium vers le fer. Divers clichés projetés par M. Pellin, reproduisent des courbes déterminées par M. Hospitalier, à l'aide de l'ondographe. Le redressement du courant est complet, il n'y a plus de changement de signe, même quand le circuit d'utilisation n'a pas de self-induction. (Un arc à régulateur continu et un petit moteur de ventilateur fonctionne). On a obtenu un courant, non plus simplement redressé, mais presque rigoureusement constant, en chargeant une batterie d'accumulateurs, par suite d'un effet de capacité, ou même en actionnant un moteur Rechniewki de 4 chevaux. Il est d'ailleurs facile d'obtenir ce résultat à volonté en mettant en dérivation sur les bornes du circuit à courant continu un condensateur constitué par un élément assez semblable à ceux qui ont été décrits plus haut, dans lequel la couche de phosphate d'alumine constitue l'isolant. Le rendement de la soupape électrique, mesuré au wattmètre, atteint 75 à 80 pour 100; il paraît indépendant de la période entre les fréquences 42 et 84. La force électromotrice et l'intensité sont l'une et l'autre réduites de 10 pour 100 environ dans la transformation. La solution ne paraît pas subir d'altération. En réglant, au moyen d'un manchon de verre qui coiffe le bâton d'aluminium, la densité du courant entre 5 et 10 ampères par décimètre carré, la température se maintient, dans un appareil d'une puissance de 4 chevaux, au voisinage de 55°. Il est possible d'utiliser des forces électromotrices descendant jusqu'à 50 volts. Poursuivant les expériences

dans une usine alimentée par la Section de l'Ouest-Parisien, à Neuilly sur-Seine, les puissances élevées donneront sans doute des résultats aussi satisfaisants que ceux obtenus jusqu'à 4 kilowatts.

— A la suite de cet exposé à *la Société Française de Physique*, M. Pollak y précise les résultats auxquels il est arrivé, depuis 1893, sur l'emploi des redresseurs pour courants alternatifs et, depuis 1895, sur les redresseurs à aluminium.

L'emploi des sels alcalins, et spécialement des phosphates, comme électrolytes a permis de monter de 20 volts à plus de 100 volts les tensions des courants redressés. Les clapets de M. Pollak, tout en servant de condensateurs, ont même pu être employés jusqu'à 200 volts (*Comptes rendus*, 21 juin 1897 et 10 juin 1901): le montage employé permettait l'utilisation des deux phases du courant alternatif. Un rendement de plus de 75 pour 100 a été constaté au laboratoire de la Société de Physique de Francfort (février 1899). Des courbes de courant complètement redressé ont été obtenues à diverses reprises et notamment, en 1901, avec l'ondographe de M. Hospitalier (*Eclairage électrique*, 27 juillet 1901). M. Pollak a réalisé plusieurs applications industrielles de ses appareils en alimentant, en 1895, des moteurs et lampes à arc à courant continu (*Zeitschrift für Electrochimie*, Helf 2, 1897-1898), en chargeant les accumulateurs de tramways électriques de son système à Francfort. Enfin, en juin 1901, à la Société internationale des Electriciens, avec un de ses appareils, M. Pollak a chargé les accumulateurs d'un automobile et chargé un moteur à courant continu de 6 chevaux.

---

## CHAPITRE III

# CHAUFFAGE

**Thermométrie par résistances. — Couples thermo-électriques. — Cuisine. — Dessication des textiles. — Chauffage des wagons. — Chaleur des lampes à incandescence. — Fours électriques. — Fusion du quartz, du verre, du fer, de la tourbe.**

### Thermométrie par résistances électriques.

En refroidissant des résistances métalliques jusqu'à la température de l'hydrogène liquide que leur graduation, faite à des températures supérieures, ne convient plus à cette température très basse : Le thermomètre à résistance d'or, qui s'écarte le moins du thermomètre à hélium, donne 23°,5 au lieu de 20°,5 absolus, tandis que le thermomètre à résistance de cuivre ou de fer donne des valeurs de la température inexactes de 26° et de 32°. Il y a lieu de remarquer que les résistances métalliques, à la température d'ébullition de l'hydrogène liquide, ne représentent plus que de faibles fractions de leur valeur évaluée dans la glace fondante (*Revue scientifique*). Avec le cuivre, la résistance se réduit au 105ᵉ, avec l'or au 30ᵉ, avec le platine à une fraction variable du 35ᵉ au 17ᵉ, avec l'argent au 24ᵉ, enfin avec le fer au 13ᵉ seulement de sa valeur à 0° centigrade.

— **Le couple thermo-électrique** platine-platine irridié, peu coûteux, sensible, paraît préférable

à M. Daniel Berthelot comme *couple thermo-électrique*. Les anomalies signalées paraissent provenir presque uniquement de l'altération chimique du palladium ou du platine, quand on les porte au rouge dans une atmosphère réductrice comme celle qui peut exister dans un four à gaz ou dans la flamme d'un bec Bunsen; car, malgré un emploi presque journalier, il n'a jamais eu d'irrégularités avec des couples chauffés électriquement dans une atmosphère d'air, d'azote ou d'anhydride carbonique. La relation entre les forces électromotrices *e* et les températures centigrades *t*, la soudure froide étant placée à 0°, est fort simple. Si l'on porte en coordonnées log *e* et log *t*, la courbe entre 400° et 1,100° est représentée, aux erreurs d'expérience près, par une droite. E. Becquerel avait appliqué une formule de ce genre au couple platine-palladium entre de faibles intervalles de température, et M. S. Holman a montré qu'elle convient dans les limites étendues aux couples formés par le platine et ses alliages (1).

## La Cuisine électrique.

L'École Ménagère de Saint-Imier utilise les appareils électriques de cuisine, fours à rôtir, fourneaux de pâtisserie de MM. *Parvillée frères*. Des commutateurs installés sur les appareils règlent la chaleur aux allures voulues. 2 kilos de viande sont cuits en 55 minutes ; un poulet ne demande qu'une demi-heure et les pâtisseries un petit quart d'heure. Pour le repas entier, l'énergie utilisée n'a été que de 2 kw-heure à 0,12 le kw, ce qui fait petitement 0,25.

On chaufferait ainsi en Allemagne les marchandises

(1). (De Queen et Cie ont fait de même un *pyromètre* avec galvanomètre à lecture directe, couple de platine et support de porcelaine.)

étalées dans les vitrines et les montres des commerçants, dans le but d'empêcher la formation de la glace sur les panneaux de vitres. Un cadre de fer est garni de spires de fils.

## Dessication électrique des Textiles.

A Lyon, l'étuve employée est essentiellement constituée par un cylindre en tôle, dans l'intérieur duquel on suspend la soie à dessécher. Un 2e cylindre entoure le 1er, et c'est dans l'espace annulaire compris entre les deux qu'est placé le foyer électrique. Ce foyer se compose de tubes de cuivre enveloppés de fils de ferro-nickel, recouverts d'amiante, dans lesquels circule un courant électrique. Par conductibilité, la chaleur des résistances se transmet aux tubes de cuivre et l'air de l'espace intercylindrique s'échauffe, développant ainsi une température constante de 120° C dans le cylindre intérieur.

## Chauffage des Wagons.

Pour, sans trop de frais, chauffer les wagons à une température uniformément suffisante, M. Sabouret, à l'Ouest, a imaginé de disposer des chaufferettes électriques sur le plancher de la voiture, entre deux banquettes de chacune deux places ; quatre voyageurs peuvent ainsi se chauffer les pieds. Un véhicule à couloir central et à plates-formes, muni des chaufferettes électriques à résistances métallo-céramiques Parvillée frères, a été essayé avec succès. Maintenant, deux séries de chacune cinq chaufferettes en cuivre jaune estampé constituent l'équipement de chaque wagon, ces chaufferettes mesurent 0m,80 de long sur 0m,14 de large, et ressemblent comme surface aux chaufferettes à thermo-siphon. Elles sont agencées

directement, avec régulation automatique, sur le parquet de la voiture, un cadre en bois nivelle la saillie formée au-dessus du plan du parquet. C'est le courant de la ligne, sous 500 ou 600 volts, qui alimente directement les cinq chaufferettes d'un groupe, montées en tension, en sorte que chaque appareil fonctionne avec 110 volts environ de tension, consommant 1 ampère ou 110 watts, ou 1.100 watts pour la consommation totale de la voiture. La dépense est de 0 fr. 165 à l'heure ou 2 fr. 64 pour 16 heures de service, l'énergie coûtant 0 fr. 15 le kilowatt-heure. Les dix chaufferettes d'une voiture desservent l'emplacement de quarante voyageurs.

## Chaleur des Lampes à Incandescence.

Une lampe de 16 bougies, fonctionnant à une tension de 100 volts, immergée dans une demi-pinte (environ 3 décil.) d'eau, amène cette eau à l'ébullition en une heure. Si on entoure une lampe de ce genre de coton, ce coton roussit et finit par s'enflammer. Dans une des expériences que nous avons faites, l'inflammation du coton a été accompagnée d'une détonation due à l'explosion de la lampe. On doit en conclure qu'une lampe à incandescence doit être considérée comme parfaitement susceptible de causer un incendie et qu'il est dangereux de placer un appareil de ce genre à proximité de matières essentiellement inflammables, telles que la plupart des marchandises qui figurent dans les étalages des magasins. Une lampe en contact avec des objets en celluloïd les enflamme en moins de cinq minutes, et ce danger est particulièrement à craindre dans les magasins de jouets, où on voit fréquemment des lampes à incandescence suspendues au milieu de balles en celluloïd pour enfants.

## Nouveaux Fours électriques.

M. Holborn, du *Reichsanstalt* de Berlin, a imaginé une forme nouvelle de *fourneau électrique de laboratoire* permettant d'obtenir des températures de 1.500° avec le courant électrique habituel de 110 volts. Ces fourneaux sont de deux modèles : l'un pour le chauffage des creusets, l'autre pour le chauffage de tubes de 44 centimètres de longueur. Le principe reste le même : le courant électrique est amené à travers une résistance formée d'un fil de platine ou de nickel enroulé sur un tube en porcelaine mince. Le creuset, ou la substance à chauffer, est placé dans le tube, et l'intervalle entre le fil extérieur et le récipient qui contient la résistance, est rempli d'asbeste ou de quartz en poudre. Le nickel résistant donne 1,000° C, le platine 1,500° avec 14 ampères et 110 volts.

— *Four et creuset en magnésie à incandescence électrique.* — L'appareil de M. H.-M. Howe (Laboratoire métallurgique de l'école des mines de l'université de Colombia) se compose essentiellement de deux semi-cylindres en magnésie, sous silice, avec couvercle et bouchon en même substance; ce dernier est perforé pour laisser passer suivant son axe les conducteurs d'un couple thermo-électrique. Le four est chauffé par un fil de platine enroulé en hélice pénétrant dans le bloc par une ouverture et en sortant. Un courant électrique traverse ce fil, le porte à l'incandescence, on obtient ainsi tous les degrés de température désirables inférieurs jusqu'au point de fusion du platine. Le creuset placé au sein du four est également en magnésie. On peut multiplier les anodes avce des barreaux métalliques avec fils enroulés.

## Liquéfaction de diverses substances.

Un vieux poteau en fer est dérouillé sur un point où passe un tour de fil conducteur relié à un des pôles de la dynamo, et l'autre pôle est relié à une baguette de charbon placée dans un support isolant. Un courant de 190 A. et 70 V., lors du contact du fer et du charbon, à arc voltaïque un 2,500 et 4,000° C., suivant l'intensité, le fer placé en regard de la baguette de charbon : en vingt minutes, on coupe un poteau de 15 centimètres de diamètre.

— *La fusion directe du minerai de fer* et la prodution d'excellent acier est possible avec des dynamos fours de Gysinge, système Stassouo, à Canonica, près Bergame (Italie), dans ce dernier cas, une tonne de fer exigerait 3,000 chevaux-heures.— Le sulfate de baryte, le fer chromé et la silice donnait aussi la baryte et le chrome.

— Des interruptions dans la production de *hauts-fourneaux*, qui fournissent 600 tonnes en 24 heures comme à Youngstown (Ohio), produites par une bielle de machine soufflante à réparer par exemple se fait par de l'arc, qui fond les blocs de fonte obstruant les tuyères et les évents, avec une dynamo de 220 volts environ et de 160 à 1,000 A. Pour la fusion avec l'arc, avec un seul charbon, il faut 80 V., réglable à partir de 50 volts, au moyen d'une résistance spéciale.

— Le *quartz fondu*, étant utile à la fabrication de récipients qui serviraient à étudier les propriétés des substances à haute température et plus particulièrement des thermomètres à gaz à haute température, a substitué, pour cela, l'électricité à la flamme oxhydrique. L'arc électrique, peut être employé comme source de chaleur dans la fusion de la silice sans avoir à

craindre des phénomènes de réduction compromettant les résultats, le succès des essais étant assuré par l'emploi d'un courant d'air. Un four absorbant 300 A., 50 V., l'arc fond le quartz en une minute environ.

— Le *verre* à fondre arrive de réservoirs à l'aide de vis d'Archimède, dans un creuset où, par des arcs voltaïques jaillissant des électrodes, il entre en fusion et s'écoule, aussitôt, dans la chambre d'affinage divisée en plusieurs compartiments par des cloisons perforées. Dans les compartiments plongent des plaques d'électrodes en faisceaux de largeur appropriée et donnant passage à un courant électrique intense. La masse fondue agissant comme un faible conducteur, alors que le courant qui la traverse est des plus énergiques, un échauffement tranquille et régulier a lieu qui fluidifie tranquillement et régulièrement le verre et permet aux bulles d'air ou de gaz de s'échapper rapidement par le haut. L'affinage est rapide, la masse s'écoule par des trop-pleins dans un bassin où on la recueille, ou peut rester fluide.

— A Stangfjorden, en Norvège, on fond avec 400 kw. la *tourbe* d'abord séchée et façonnée en blocs par pression, puis introduite dans des cornues chauffées par des bobines de résistance placées à l'intérieur. Il se développe un gaz propre au chauffage et à l'éclairage, un liquide goudronneux pouvant servir à fabriquer la parafine, le sulfate d'ammoniume, et l'alcool méthylique. Le résidu est un charbon susceptible de se substituer au charbon de bois ou au coke des usines à gaz.

# CHAPITRE IV

# ÉLECTRO-CHIMIE

**Electrodes électro-chimiques. — Cuivrage et blindage des navires. — Dépôts métalliques. — Ozone. — Sucre.**

## Electrodes électro-chimiques.

M. C.-L. Collins (Société Américaine d'Electro-Chimie de Philadelphie) préfère les électrodes en graphite artificiel dans un four opératoire. Les différentes formes de carbone ont différentes températures d'oxydation, et celle du graphite est supérieure de plusieurs centaines de degrés à celle du carbone amorphe. Au cours de la réduction d'un oxyde en présence de deux espèces de charbon douées de différentes températures d'oxydation, l'une, caractérisée par la température d'oxydation la plus basse, est consumée préférablement à l'autre. On peut, pour cette raison, faire des électrodes en graphite, tandis que dans le mélange de réduction une forme de charbon aisément consumée, telle que le charbon de bois, est applicable. Ce graphite peut être facilement débité par des machines.

Dans les gros fours et avec des courants intenses, des essais comparatifs sur le carbone amorphe et le graphite révèlent la beaucoup plus grande résistance à l'oxydation des électrodes en graphite; leur rendement fut trouvé quatre à huit fois aussi grand que celui du carbone amorphe, tandis que leur prix n'est que le

triple de ce dernier. Les anodes en graphite sont très recommandées pour l'électrolyse des chlorures; affectées à cette destination, elles sont pratiquement indestructibles. Dans l'électrolyse des sulfates, l'oxydation détruit les anodes en graphite et elles ne sont pas préconisées pour cet objet. Les sels grimpants déterminant la corrosion des joints des électrodes poreuses peuvent être facilement éliminés par l'abolition de la porosité au moyen de la paraffine, les électrodes en graphite étant partiellement suspendues dans une chaudière contenant de la paraffine en fusion, les pores se remplissaient d'huile.

— *Le panier pour électrolyse* Jacolliot a des anodes déplaçables facilement, dans le bain électrolytique, lorsque la résistance ou l'intensité du courant change, car ce panier a la forme d'un cylindre coupé par un plan diamétral et formé de toiles métalliques ou de fils métalliques assez gros pour ne pas offrir trop de résistance au courant. On met les matières à électrolyser dans ce panier que l'on plonge dans le bain de part et d'autre du panier servant d'anode.

— Les anodes de platine sont attaquées plus facilement dans l'acide chlorhydrique concentré que dans l'acide chlorhydrique dilué. M. F. Bran a trouvé maintenant que dans un acide de densité donnée, l'attaque diminue lorsque la densité de courant augmente. Ce phénomène s'explique par la diminution de concentration de l'acide en contact avec les anodes produites par le courant, cette diminution étant plus accusée avec une densité plus élevée. Le platine iridié est moins attaqué que le platine.

## Cuivrage et Blindage des Navires.

Depuis quelque temps (*Electro-Techniker*, de

Vienne), on emploierait dans la marine de guerre des Etats-Unis un procédé spécial pour donner aux coques de navires une mince couche protectrice de *cuivre*. Cette couche de cuivre de 1/16e de pouce d'épaisseur suffit pour empêcher presque complètement tous les effets destructeurs de l'eau de mer. La couche protectrice en question s'applique de la manière ci-après : On fixe, au point de la paroi du navire qu'il s'agit de protéger, un bac plat rempli du liquide électrolytique. Une électrode en cuivre, disposée dans ce bac, joue le rôle de pôle positif, tandis que le navire, convenablement relié au générateur électrique, constitue le pôle négatif. Le bain est maintenu, trois jours durant, en un même point, car ce laps de temps est nécessaire pour obtenir une enveloppe uniforme de l'épaisseur voulue; ensuite on transporte au point suivant. L'intensité de courant nécessaire, par pouce carré de l'enveloppe protectrice que l'on veut obtenir, est de 7,5 ampères. Un navire soumis à pareil traitement n'est presque plus attaqué par les coquillages, les algues et autres parasites marins (1).

— Le procédé de blindage du lieutenant Davis comporte l'emploi de courants électriques à haute tension, que l'on fait agir sur les plaques, à chaud, au moyen de larges anodes de charbon. L'électricité,

(1) Inversement, le croiseur *Colombia*, séjournant dans les bassin de Brooklyn pendant quelque temps, a été trouvé sérieusement endommagé; une partie de la coque métallique était détruite. Or, les courants de la station de traction passant par le pont de Brooklyn retournent à cette station par la rue Sands et traversent les docks; on pense donc que le croiseur se trouvant dans cette sorte de circuit en dérivation a eu sa coque d'acier endommagée par une action électrolytique provoquée par ces courants. Le navire se trouvait être pour ainsi dire comme plongé dans une espèce de pile primaire gigantesque dont l'eau salée servait de conducteur.

agissant par l'intermédiaire du charbon, déplacerait les particules de ce charbon, pour les incorporer dans la masse même du métal, dont la surface se trouverait ainsi rendue plus résistante que par aucun autre procédé. La méthode ordinaire, par les procédés Krupp ou Harvey, demande deux semaines; le procédé du lieutenant Davis ne demande que cinq heures. Le lieutenant Davis estime, en outre, que sa méthode permet de réduire de 20 à 50 0/0 l'augmentation de poids, qui résulte du durcissement des plaques, tout en obtenant une résistance au moins égale à celle des blindages Krupp. Ceci permettra donc d'augmenter d'autant la réserve de charbon ou le poids des batteries des cuirassés, ceux-ci demeurant aussi bien protégés. (*Le Matin.*).

## Dépôts métalliques électrolytiques.

M. Darmstädter a apporté d'importants perfectionnements aux méthodes d'obtention des revêtements métalliques par voie électrolytique (*Zeitschrift für Elektrochemie*). Des substances insolubles, telles que la sciure de bois, le sable, la pierre ponce, dans un état de division physique poussée très loin, ou le sel constituant l'électrolyte — qui, dans ce cas, doit être en solution saturée — sont ajoutées au bain qui est maintenu constamment en mouvement par des moyens mécaniques. L'effet de ces matières insolubles finement divisées, tenues en suspension dans le liquide, est de libérer toutes les bulles d'hydrogène grimpant à la surface de la cathode et en même temps d'agir mécaniquement, à la manière d'un brunissoir, sur celle-ci. La production d'un dépôt métallique brillant est, paraît-il, éminemment favorisée par ce stratagème. On espère que son application au dépôt électrolytique

du zinc pourra faire disparaître les obstacles à l'introduction du zinc électrolytique dans les procédés d'extraction. Les opinions ne concordent pas sur la cause réelle des dépôts de zinc spongieux. Là où, cependant, ils sont dus principalement à la séparation simultanée de l'hydrogène à la cathode et à l'adhérence de petites bulles de ce gaz à la surface de ce métal, l'addition à l'électrolyte de matières insolubles arrivées à un état parcellaire très ténu semble un moyen de combattre la difficulté.

— M. Pfanhauser (*Zeitschaft für Elektrochemie*), cherchant les causes de la nature spongieuse du dépôt obtenu à la cathode quand des solutions de sels d'étain sont soumises à l'électrolyse, croît que ce dépôt est dû à l'insuffisante concentration de l'électrolyte à la surface de la cathode et à la séparation subséquente de l'H ou autres cations, à la place de l'étain. Le remède consiste à employer une solution très concentrée comme électrolyte, avec un courant de faible densité; il recommande l'agitation du liquide pour favoriser la circulation. Dans ces conditions, l'étain peut se déposer sous la forme cristalline, les plus gros cristaux étant obtenus avec une densité de courant de 0,50 ampère et une force électromotrice de 0,20 volt et se déposant principalement aux arêtes de la cathode. Ses expériences ont prouvé que, même en solutions aqueuses, une faible différence de potentiel suffit pour séparer l'étain à la cathode et il considère que les mêmes forces électrolytiques agissent dans le centre de la masse d'un métal fondu et refroidi lentement.

— Un inventeur de Brigdeport (Connecticut) aurait imaginé un procédé permettant de *cuivrer galvanoplastiquement* la surface des portes en bois, qui offrent dès lors une résistance particulière. On fait, au préalable, baigner la porte de bois dans un mélange d'huile

de lin et de gomme résineuse; puis on la laisse sécher, on polit le bois et on étend un vernis à la gomme laque. On fixe des bandes de cuivre sur les tranches de la porte, puis les deux faces de celle-ci sont recouvertes d'une poudre métallique ou de cire contenant de la plombagine. On plonge alors cette porte dans le bain galvanoplastique en reliant un des fils aux bandes métalliques dont nous avons parlé tout à l'heure, et on laisse agir le courant.

— Un *cuivrage* très adhérent, à toutes épaisseurs, le plus rapidement et le plus économiquement possible, sur des objets de forme quelconque, en fer, fonte, acier ou zinc, réalisé par M. Dessolle par le procédé de Wilde, mais en intervertissant les rôles de la cathode et de l'électrolyte. Au lieu de faire mouvoir les pièces dans le liquide, il projette le liquide, sous pression, contre les pièces à cuivrer et contre les anodes. Pour obtenir ce résultat, on dispose dans l'intérieur des cuves une grande quantité d'ajutages par lesquels le sulfate de cuivre hydraté, placé dans un réservoir supérieur, arrive au bain et il en dirige les jets de manière à fouetter énergiquement toutes les surfaces des anodes et toutes celles des pièces à cuivrer, à balayer les corps étrangers et les gaz qui, par leur présence, nuisaient à la régularité du dépôt.

— « Faisant couramment, dit M. E. de Langaudin, dans mon usine métallurgique, des dépôts galvanoplastiques, je viens de constater un fait que je ne pense pas avoir été observé jusqu'ici et que je crois bon de faire connaître. Peut-être y a-t-il quelque parti à en tirer. Je fais souvent des dépôts galvaniques d'étain sur du fer ou de la fonte, mais la pellicule déposée n'empêche pas le fer de se rouiller; alors, pour obtenir l'immunité contre la rouille, je fais d'abord un dépôt de cuivre rouge ou de laiton et, par dessus, un

dépôt d'étain, quand les liquides dans lesquels est plongé l'objet peuvent attaquer le cuivre et moins l'étain. Or, dans ces conditions, si l'on entame à la lime les métaux de recouvrement en allant jusqu'au fer, on ne retrouve plus d'apparence de cuivre; il s'est *formé à la surface du fer un alliage parfait composé de cuivre d'étain* — et peut-être de fer, car l'adhérence est absolue, — sorte de métal blanc qui, dans le cas présent, protège très bien contre la rouille le fer sous-jacent (1). »

— Le *zingage électro-chimique* emploie des bains au cyanure de potassium, coûteux et toxique, ou de zincate alcalin (Heathfield et Rawson), auquel Cowpercoles et Walter ajoutent du zinc pulvérisé en suspension. M. Quivy a obtenu d'aussi bons résultats au moyen d'un bain de sulfate de zinc à 5 kilogrammes pour 100 litres d'eau, additionnés de 10 grammes d'acide acétique. La densité du courant mis en œuvre

(1) *Joints*. On enrobe de cuivre ou autre métal, par galvanoplastie, les rondelles ou joints préalablement découpés dans une feuille d'amiante. Le cuivre déposé ainsi en couche mince, égale et ininterrompue, forme une enveloppe complète protégeant l'amiante, enveloppe qui est assez malléable pour épouser exactement les inégalités ou rainures des parois à joindre. L'amiante intérieur ne pouvant plus se détériorer constitue le matelas plastique inaltérable. On conçoit donc que l'ensemble puisse former un excellent joint susceptible de resservir un nombre de fois d'autant plus grand qu'on apportera de soins lors de sa manipulation. Par suite, il devra être très économique. Pour décaper des surfaces métalliques, on les soumet à l'action d'un électrolyte tel que les ions, l'anion surtout, attaquent superficiellement le métal formant l'anode et forment un sel soluble, et le cathion du sel soluble est tel qu'il se forme secondairement un hydroxyde soluble à la cathode inattaquable. Les deux produits des ions (sel métallique et hydroxyde soluble) doivent, pendant leur décomposition mutuelle dans le bain, précipiter sous forme insoluble le métal décapé de l'anode, lequel peut être facilement récupéré comme produit secondaire.

électro-chimique est de 1,5 ampère par décimètre carré. Les pièces de fer doivent être préalablement décapées dans l'acide sulfurique étendu d'eau, puis lavées. Le zinc se dépose en couche adhérente et si uniforme qu'elle laisse apparents, en les rendant même plus visibles, d'après ce que déclare M. Quivy, les défauts du fer. Bien qu'il n'existe plus, dans ces conditions, la combinaison du zinc avec le fer, qui rendait cassant ce dernier métal, la protection serait, paraît-il, aussi efficace que dans le procédé à chaud (1).

Les épaisseurs de plomb de 7/1000 de millimètres sont encore très fortes, alors que les feuilles d'or ont 0.00015 millimètres d'épaisseur. Dès l'année 1873, Wood obtenait ces feuilles par une méthode électrolytique avec des feuilles de cuivre 1/100 de millimètre d'épaisseur, préalablement obtenues par laminage

(1) Pour empêcher *la corrosion des parois intérieures des chaudières à vapeur* et les laisser *métalliques* sans incrustations très adhérentes ; à Hemelinger on suspend, dans la chaudière, des plaques en zinc qui ont été soumises à une préparation, jusqu'ici tenue secrète — est-ce bien nouveau ? — et dont la présence empêche toute action nuisible des sels contenus dans l'eau d'alimentation. L'on suspend ces plaques de zinc de manière qu'elles se trouvent en contact avec les parois de la chaudière et, en même temps, on les fait plonger dans l'eau. On obtient alors les effets suivants : le contact du fer et du zinc provoque, dans l'eau chargée de sels, un courant qui oxyde les plaques de zinc ; de plus, il se dégage en même temps, sur les parois des chaudières, des bulles d'hydrogène qui empêchent les dépôts d'incrustation d'adhérer fortement au fer. Avec ce dispositif, les sels nuisibles en suspens dans l'eau d'alimentation, notamment les chlorures, n'agissent plus que sur le zinc, et les parois en fer demeurent exemptes de toute corrosion. Quant aux incrustations peu adhérentes qui se forment encore, on peut facilement les enlever au moyen d'un simple brossage. De vieilles expériences démontreraient qu'il faudrait 1 kg 10 de zinc par mètre carré de surface.

et plongées dans une solution de cyanure d'or où l'on faisait passer le courant électrique : l'or se déposait en couche mince sur le cuivre ; on dissolvait ce cuivre dans l'acide azotique et on obtenait des pellicules d'or excessivement fines. M. Carl Endruweit, de Berlin, prépare des feuilles de papier ayant un dépôt métallique sur une de leurs surfaces. Pour cela, cet inventeur fait passer une feuille métallique sans fin dans un bain de sulfate de potasse ; il se produit sur le métal un dépôt de sulfate, invisible à l'œil, mais suffisant pour faciliter le travail ultérieur. On fait ensuite passer la feuille successivement dans des bains électrolytiques de cuivre et de nickel, puis sur une brosse qui met une couche de colle sur le dépôt métallique ainsi obtenu. Une feuille de papier est ensuite collée par dessus. On fait sécher le tout ; on peut alors détacher facilement la feuille de métal qui est sur l'une des faces du dépôt électrolytique. On prépare ainsi des feuilles de papier métallisées sur un côté ; les produits de ce genre sont utilisés dans la construction des induits pour dynamos.

## Les corps traités par l'ozone.

Ils acquièrent des propriétés nouvelles, dit M. P. Villard : l'oxygène ozonisé préparé par la méthode ordinaire, est à peu près sans action sur le gélatinobromure d'argent. On obtient, au contraire, une action intense en mettant sur la plaque sensible, ou à quelques millimètres de celle-ci, un corps capable de détruire l'ozone (papier, caoutchouc, etc.). Une pièce de monnaie donne ainsi, au contact, une effigie très marquée : l'action n'existe pas si la pièce a été préalablement chauffée au rouge. Il n'est pas nécessaire que l'objet actif soit mis en présence de la plaque sensible pendant l'ozonisation. La propriété d'impressionner le sel d'argent persiste

plus de 24 heures après que l'ozone a cessé d'agir. On obtient des résultats analogues avec des subtances inorganiques, par exemple des métaux préalablement traités par la chaleur rouge ; certains d'entre eux acquièrent, sous l'influence de l'ozone, une activité assez grande qui persiste pendant plus d'un jour. Le bismuth est dans ce cas, mais les résultats sont très irréguliers et semblent attribuables à un corps étranger. L'aluminium donne des résultats assez constants ; toutefois, l'impression photographique n'est pas uniforme ; elle se compose d'un semis de points noirs sur un fond grisâtre. L'aluminium silicié s'est montré extrêmement actif, sans qu'il soit cependant certain que le fait soit dû au silicium. L'action exercée sur la plaque sensible a lieu à une distance de plusieurs millimètres. Il semble même que l'émanation ou le rayonnement émis soient susceptibles de traverser une feuille très mince d'aluminium laminé. Le fait a été observé une fois avec l'aluminium silicié très actif. Il n'est pas encore possible, surtout en l'absence de phénomènes d'ordre électrique, de relier ces faits par une hypothèse. Mais on entrevoit la possibilité d'expliquer simplement un grand nombre d'observations très diverses : en particulier les propriétés des papiers isolés rentreraient dans cette catégorie. On sait d'ailleurs que Thénard attribuait leur activité à l'action de l'ozone.

## Sucre électrolytique.

Le Dr Botho Schwerin, de Munich (*L'Electrical World*, de New-York), avait imaginé une étude d'extraction de l'humidité contenue dans toutes espèces de substances réduites en fragments ou amenées à un état de division très parcellaire, telles que la pulpe de bois, la tourbe, les fruits, l'argile gâchée, la betterave.

Ces matières étaient employées comme diaphragme interposé entre des électrodes perforées, l'eau affluant à travers la cathode. Le dispositif comprenait une cathode cylindrique perforée, une anode concentrique intérieure et une hélice intermédiaire provoquant l'avancement de la matière et opérant la déchirure de la croûte superficielle. Il a appliqué ensuite ce principe à l'extraction du sucre de canne et de betterave. La substance à traiter est engagée entre une cathode formée d'un tissu en fil de cuivre et un diaphragme filtrant montés sur les deux faces opposées d'un châssis-auge. L'anode de zinc, d'aluminium ou tout autre métal capable de donner des sels insolubles avec les acides contenus dans la solution sucrée brute, est placée dans un compartiment rempli d'eau, extérieur au diaphragme et muni d'une cannelle ayant pour objet de remplacer l'eau évacuée de la cathode. La fonction opératoire du courant est double : les sels décomposables sont électrolysés, les anions s'unissant avec l'électrode de zinc ou d'aluminium sont précipités, tandis que les bases alcalines, en même temps que les jus sucrés et l'albumine solubles, sortent avec l'eau qui traverse la cathode pour se rendre dans l'auge. On se trouve donc là en présence d'une purification coïncidente par l'électrolyse qui pourrait rendre la méthode industriellement pratique. Les indications portant sur la consommation d'énergie manquent.

---

# CHAPITRE V

# LUMIÈRE

**Nouvelles lampes. — Eclairage et réparation des lampes. — Limitation du nombre de lampes en circuit. — Groupes électrogènes d'éclairage. — Lampes parlantes et chantantes.**

## Nouvelles Lampes.

M. Crawford-Vœlker, pour les courants à haut voltage, 500 volts au moins, utilise un filament formé de carbure de titanium. — Un filament d'*osmium* consomme moitié moins que le charbon. — On peut diminuer le platine par un culot spécial (Hollub). — Une Société d'éclairage de Leutzch, près Leipzig, aurait aussi des lampes à charbons spéciaux mélangés de corps étrangers, augmentant la puissance de la lumière. Deux bras en aluminium peuvent remplacer les charbons et se régler facilement. — Le *système économiseur* Wydts-Weissmaun est aussi une question de filaments. — Ayant trouvé que les gaz ou vapeurs incandescents donnent de bons résultats éclairants, M. Cooper-Hewitt a constitué des lampes en tubes de verre, armés d'électrodes et remplis de gaz ou vapeurs raréfiés qui sont maintenus incandescents par le passage, dans leur masse, d'un courant sous une force électromotrice modérée ; la vapeur agirait comme conducteur du courant. — M. D. Moore, revenant sur des recherches anciennes, fait passer un tube ou tout autre forme de

récipient translucide dans les appartements à éclairer. Les extrémités du tube étant reliées à la source d'énergie en dehors des emplacements à éclairer ou dans un endroit où elles peuvent être convenablement protégées contre tout danger de contact ou tout choc accidentel, le tube contenant un gaz poussé à un haut degré de raréfaction et de nature telle que l'application de l'énergie électrique aux électrodes qu'il porte le rend lumineux par la transmission de l'une à l'autre. Dans l'installation pratique du système, le tube de verre pourrait être établi à demeure dans la position qu'il doit occuper en service et les électrodes placées dans un meuble ou dans un petit compartiment pratiqué dans le mur de la chambre, destiné à les protéger et là seraient en communication avec les deux pôles d'un commutateur intercalé directement sur les conducteurs de distribution venant de l'extérieur ou relié aux bornes d'un transformateur.

## Eclairage et Réparation des Lampes.

Le *maximum d'éclairage*, d'après M. J.-C. Fish (*Western Electrician*), est obtenu en plaçant la lampe à $1^{m}50$ de l'objet à éclairer. La position donnée ordinairement aux lampes suspendues, la pointe en bas et le culot en haut, est absolument détestable; une lampe de seize bougies n'en donnera guère alors que sept d'une manière effective, car les seize bougies d'intensité lumineuse ont été calculées dans le plan horizontal de la lampe; il faudra donc lui donner cette position, c'est-à-dire la relever de manière à en recevoir la lumière sur le côté. Dans un atelier, par exemple, la chose sera facile, et une ficelle double passée autour de la pointe et rattachée au conducteur suffira pour la maintenir horizontale; elle distribuera alors son pou-

voir éclairant de seize bougies avec toute son intensité.

— Pour *remettre une lampe à neuf*, M. Pauthonnier fait ouvrir la lampe, enlever le filament usé et le remplacer; on soude le filament neuf en remplissant l'ampoule avec un hydrocarbure particulier et en faisant passer, au moyen de la pince qui maintient le filament, un courant tout auprès des points d'attache; sous l'influence de la décomposition du carbure, l'hydrogène se dégage par l'ouverture de l'ampoule, pendant que le carbone se dépose tout aux extrémités des électrodes (celles-ci déjà munies d'un dépôt de carbone résultant de la soudure primitive) et à l'extrémité du filament nouveau; cette double apposition de carbone détermine la soudure du filament; une petite queue est soudée au sommet de l'ampoule, pendant que les parois de cette dernière sont légèrement chauffées, ce qui détermine, par l'influence de l'oxygène atmosphérique, la transformation en oxyde de carbone fixé à la paroi interne de l'ampoule. L'opération se termine comme à l'ordinaire. Comme matières premières, on économise ainsi culot, ampoule, platine, nickel, et, comme main-d'œuvre, toutes les longues et minutieuses opérations du soudage du platine dans le verre, tréfilage du nickel, soudure des électrodes, etc., etc.

## Limitation de l'usage du nombre de lampes en circuit.

M. Ralph Patterson a imaginé, au lieu d'interrompre ou d'intercaler une résistance, de limiter par deux aimants, chacun relié en série avec un interrupteur à charbon, les deux circuits étant réunis en parallèle entre les bornes, l'appareil couplé en série sur l'une des branches du circuit : aussi longtemps que l'inten-

sité du courant demeure inférieure à la limite assignée, les arrangements du circuit resteront tels que le courant traverse les spires de l'électro-aimant, les contacts et une borne placée à droite. L'intensité vient-elle à excéder la limite admise, aussitôt l'électro-aimant, plus excité, aspire son noyau, le mouvement rapproche les contacts en charbon permettant au courant de passer dans l'électro-aimant auxiliaire qui, immédiatement, attire son noyau, rompt le contact entre d'autres charbons. Cette action a pour effet de diminuer l'excitation du premier électro-aimant et les premiers charbons se séparent de nouveau sous l'effort combiné du ressort et du contre-poids placé à l'extrémité du bras de levier relié au contact supérieur. Quand ces contacts sont écartés, le courant total les traverse provoquant la formation d'un arc dont la résistance considérable introduite dans le circuit assombrit l'éclat des lampes à incandescence. Cet arc se trouvant en série avec le second électro-aimant, la réduction de l'intensité du courant affaiblit suffisamment l'excitation de cet aimant pour permettre au contre-poids de fermer les contacts des seconds charbons, amenant une nouvelle excitation du premier électro-aimant. Les premiers charbons se remettant au contact, le cycle des opérations se répète, causant une fluctuation de lumière dans les lampes aussi longtemps que le courant est au-delà du point normal.

## Groupes électrogènes d'éclairage.

Pour des fanaux électriques, on emploie, en Amérique, une turbine à vapeur et une dynamo, le tout monté sur la même plaque. La partie mobile de la turbine consiste en une roue en acier munie d'ailettes ou augets qui assurent une grande vitesse de rotation;

cette vitesse est de 2,000 tours par minute, mais elle peut atteindre 10.000 tours. Les roulements de l'arbre de la turbine s'effectuent par des billes d'acier. La vapeur est amenée de la machine. La lampe arc du fanal comporte un seul charbon positif ; l'électrode négative se compose d'une roulette munie d'un certain nombre de contacts en cuivre. Si l'éclairage est trop vif, deux trains venant à la rencontre, un verre dépoli diminuera l'éclat.

A la *campagne*, on peut utiliser un des groupes connus, Noé, Aster, Vedovelli, Dion, Gramme; et à défau d'accumulateurs, régulariser ainsi le courant. Dans une cuve en bois doublée de plomb et ayant la forme d'une auge, on dispose des lames de plomb de la façon suivante : On prend un morceau de bois carré, ayant par exemple 40 centimètres de long et 3 centimètres de côté. On le plonge dans une solution chaude de brai noir pour le rendre isolant et inattaquable aux acides. Sur ce morceau de bois, on plie une feuille de plomb de 3 à 4 millimètres d'épaisseur, de 30 centimètres de largeur; on la place à cheval sur le morceau de bois, de façon qu'elle tombe de chaque côté, d'une longueur de 40 à 45 centimètres, sans que les deux pans viennent se toucher. On fixe les feuilles sur le morceau de bois à l'aide d'une vis. Il faut faire soixante et un de ces morceaux munis de leurs plaques, puis on les dispose sur les bords de l'auge en les appuyant par les extrémités qui dépassent les plaques, en ayant soin de laisser 3 centimètres d'intervalle entre les plaques qui plongent ainsi dans l'auge. Aux deux extrémités on met encore un morceau de bois, mais n'ayant qu'une plaque simple au lieu d'en avoir une double. Ceci fait, on fixe les morceaux de bois à l'aide de vis sur les bords de l'auge pour éviter qu'ils se déplacent; on verse dedans un liquide composé d'eau et d'acide sulfurique

marquant 12 à l'aéromètre Baumé, on joint les deux dernières plaques à l'aide de fils, à chacun des fils allant de la dynamo à l'éclairage, et le régulateur électrolytique est constitué.

## Lampes parlantes et chantantes.

On sait qu'une lampe à arc à courant continu fait entendre un bruissement particulier, assez intense, quand, dans le voisinage des conducteurs électriques correspondants et parallèlement au courant qui les traverse, circule un second courant faible et intermittent, tel que celui d'une installation téléphonique. Nous en parlons dans la Télégraphie sans fil. Si l'on parle dans un téléphone placé dans ces conditions, tous les sons produits sont nettement reproduits par la lampe à arc. En réalité, les vibrations obtenues dans celles-ci correspondent à des variations de chaleur et d'intensité de l'arc. De cette constatation découle l'idée du téléphone sans fil. Dans ce téléphone, le poste d'émission est combiné à un réflecteur qui envoie les rayons émis par l'arc sur un poste récepteur placé à grande distance et formé par un miroir parabolique, par une plaque de sélénium placée, en son centre, sur le trajet d'un circuit téléphonique avec batterie, et par un microphone placé derrière le miroir parabolique. Le sélénium a pour propriété de changer de conductibilité électrique sous l'influence des variations de lumière. Les ondes lumineuses d'intensité variables qui viennent frapper le miroir récepteur, quand on parle devant le microphone, ont, dès lors, pour effet de faire varier à tout instant la conductibilité de la plaque de sélénium et par suite influencent le courant du récepteur téléphonique, qui reproduit ainsi les sons émis. Un téléphone sans fil est dès ce moment réalisé.

Ce dispositif peut également être utilisé pour la réception de dépêches et leur reproduction indéfinie, à la manière d'un phonographe. Il suffit, tout d'abord, pour enregistrer la dépêche, de faire déplacer à grande vitesse, devant la source lumineuse ou devant le miroir récepteur, une pellicule photographique sensibilisée sur laquelle s'inscrivent les intensités lumineuses variables. Pour reproduire les sons correspondant à ceux de l'émission, il suffit de repasser la pellicule impressionnée, à la même vitesse, entre les rayons concentrés d'une source lumineuse et la plaque de sélénium ; les parties plus ou moins claires ou obscures de la pellicule absorbent une quantité de lumière variable, déterminant des variations de conductibilité du sélénium et, par suite, l'émission d'un son au microphone. L'auteur de cette disposition de reproduction indéfinie de sons obtenue par moyens lumineux, M. Ruhmer, propose, pour désigner son appareil, le nom de *photographone*, par analogie avec celui de télégraphone Poulsen. Les applications de ces nouveaux dispositifs de téléphonie sans fil semblent, au premier abord, devoir être assez restreintes. La plus intéressante serait celle qui permettrait aux navires de communiquer, par langage oral, entre eux ou avec la côte.

— *Arc téléphonique de Simon.* — Si l'on superpose, dit M. P. Janet, au courant principal, dans un arc à courant continu, le faible courant alternatif provenant d'un microphone ordinaire, l'arc peut servir de récepteur téléphonique. Simon envoie le courant du microphone dans l'un des enroulements d'une bobine d'induction dont l'autre enroulement, à gros fil, est placé en série sur le circuit principal. On peut encore faire agir le microphone sur l'arc par l'intermédiaire d'un condensateur et d'une ou deux bobines d'induction. Les sons sont d'autant plus intenses que l'on emploie

un microphone pouvant supporter un courant intense (1 à 2 ampères) et des charbons très conducteurs (par exemple chargés de sels) qui donnent un arc trés long. — *Arc chantant de Duddell.* — Si, sur un arc ordinaire à courant continu entre charbons homogènes, on met en dérivation un circuit comprenant un condensateur à capacité C et une bobine à self-induction L, pour un réglage convenable de l'arc, on obtient un son dont la période est déterminée par la formule de résonnance. $T = 2\pi\sqrt{CL}$ et en même temps le circuit dérivé est traversé par un courant de même période. Selon les capacités pour une bobine donnée, l'arc donne les notes successives de la gamme ; on réalise l'expérience avec un clavier approprié. L'influence de la self-induction peut se montrer en enfonçant un noyau de fil de fer dans la bobine ; le son baisse ; toutefois si l'on enfonce trop le noyau, le son s'éteint : cela est dû probablement à ce que la dépense d'énergie par hystérésis devient trop grande. Si au contraire on enfonce dans la bobine une autre bobine en court-circuit, le son monte, une induction mutuelle étant équivalente à une diminution apparente de la self-induction. La bobine peut-être un cerceau d'enfant comprenant 6 spires ; et alors un second cerceau semblable au premier et à 20 spires donne, quand on l'approche du premier, des effets très notables d'induction mutuelle ; en particulier on peut, dans ce circuit secondaire, allumer à distance une lampe de 5 bougies, 110 volts ; c'est un moyen très commode de reproduire les effets de la haute fréquence. L'expérience réussit également bien si l'on alimente l'arc avec un courant alternatif de fréquence 42 (secteur de la Rive gauche), la fréquence des oscillations obtenues étant très grande par rapport à celle-là. L'arc à courant continu entre électrodes de cuivre rend, dans les mêmes circonstances, non pas un son, mais une

sorte de souffle très léger et très constant dont la hauteur est celle du son qu'on aurait obtenu avec des charbons homogènes. Si, sur un réseau de conducteurs où se trouve déjà un arc chantant, on monte un autre arc à la manière ordinaire, c'est-à-dire sans circuit dérivé, il se met à chanter à l'unisson du premier, et dans ce cas, même avec des électrodes métalliques, on obtient un son très intense. Ce moyen simple d'obtenir deux sources sonores exactemeut à l'unisson pourra sans doute trouver son application dans certaines expériences d'acoustique, en particulier dans les expériences d'interférence.

---

CHAPITRE VI

# TRACTION ÉLECTRIQUE

**Transports de force et chemins de fer. — Câbles de distribution d'énergie. — Tramways et accessoires. — Automobiles. — Bateaux électriques. — L'électricité dans les mines. — Tractions diverses.**

---

## Transports de Force et Chemins de Fer.

Les *transports de force* se multiplient. De Saint-Maurice à Lausanne, la tension a été poussée au-delà de 25.000 v.; Côme a une ligne de 37 km. à 20.000 v.; Saragosse, des lignes de 45 et 86 km. à 30.000 v.; Voiron, Mairans (Isère), 50 km. à 26.000 v.; Beznau, près de Valdshut, 60 k. à 25.000 v.; de Hochfelden à Oerlikon, 30.000 v.; à Montréal, comme courant triphasé avec fils aériens, 25.000 v. Pour le funiculaire de

Vevey-Mont-Pélerin, 1.600 mètres et 250 v. Le plus long *chemin de fer* électrique a 215 km., en Valteline; Cuba a deux lignes, 25 km.; Berlin a son chemin de fer aérien et souterrain, 10 km. 500; Paris, son second *métro* (Etoile-Place d'Anvers).

Des « boosters » négatifs le long des voies diminuent les courants de terre de la ligne (Gisberskopp).

On peut *distribuer par trois fils* avec une dynamo, avec fil neutre au milieu d'une bobine de self introduite dans le circuit.

Le *magnétisme* peut servir, par puissants électro-aimants (Guénée) ou avec des bobines de fils enroulés sur l'essieu des roues et augmentant l'adhérence de celles-ci et du rail (expériences à Scattle).

Aux *machines à coudre, à filer,...* on peut adapter des moteurs électriques.

## Câbles de Distribution d'énergie.

Pour opérer sûrement et pour ne proposer à la discussion sur ce sujet, à la Société des Electriciens, que les points incertains, controversés ou même ignorés, la quatrième section a dressé un véritable questionnaire étudié et discuté; un grand nombre d'ingénieurs et de constructeurs-électriciens y ont répondu. Ainsi il a été établi que : les considérations d'ordre mécanique, ainsi que la composition des divers éléments d'un câble, tels que : nombre et nature des fils composant le ou les conducteurs, épaisseur et spécification des matières isolantes à employer, nature et dimensions, sont autant de points variant avec chaque cas particulier et les conditions de fonctionnement d'installation, par conséquemment qu'il n'y a pas de règle fixe à poser et qu'ils doivent être réglés d'accord avec le constructeur. Par contre, peuvent être soumises à la

discussion les conditions électriques ci-dessous auxquelles doivent satisfaire les câbles au point de vue électrique. Ceux-ci étant divisés en trois catégories principales suivant la tension de fonctionnement, doivent avoir un isolement kilomètrique minimum de : 700 méghoms jusqu'à 1.000 volts; 3.000 mg. jusqu'à 4,000 v.; 6.000 mg. jusqu'à 30.000 volts. Après pose, les résistances d'isolement des câbles, y compris les raccords, doivent être au minimum le tiers des valeurs ci-dessus. En dehors des mesures de résistance et d'isolement kilométrique, il y a lieu de demander au constructeur des essais de résistance à la rupture du diélectrique, soit à l'usine, soit après pose. Dans le premier cas, on adoptera une tension alternative efficace, double de la tension de fonctionnement à l'usine. Cette tension sera aussi bien appliquée entre conducteurs, qu'entre conducteurs et armatures. Pour les essais après pose, on adoptera une tension alternative efficace qui sera la tension de service majorée de 25 pour 100. Ces indications s'entendent à la fois pour installations à courants continu et alternatif.

## Tramways et Accessoires.

Le *moteur* doit être essayé et accomplir son travail sans grandes étincelles, ni chauffer à plus de 60° C. Le *frein* peut être à air comprimé et régler la vitesse (Londres, 8 milles à l'heure). Le *trolley* peut avoir sa poulie de contact s'abaissant automatiquement (Félix et Villard), sa chape pivotante ou galet de contact avec bras de guidage et roues (A. Fayol). Le trolley aérien sur route de Siemens et Halske, le chariot Vedovelli, le chariot avec caniveau Guiffisch et Barbilbiau reçoivent ou amènent parfaitement le courant. Paris, du fait de l'électricité, des automobiles, a 3.175 chevaux de moins.

Les *râcloirs* pour les rails ou les fils de trolley à débarrasser des ordures, du givre... ont été perfectionnés.

Baltimore a placé dans son sous-sol un conducteur en cuivre servant de feeder de retour et évitant l'électrolyse des conduites d'eau et de gaz.

Pour Paris, M. D.-A. Casalonga préconise une *plateforme roulante* souterraine. Pour desservir un couloir étroit, MM. Pawling et Harnischfeyer, de Milnaukee (Visconsin) ont fait un *pont roulant.*

## Automobiles.

Le chariot, au lieu d'être remorqué, est rendu automoteur par un moteur électrique à courant triphasé, à mouvement absolument synchrone à celui du moteur de la voiture. Le trolley automoteur est établi de manière qu'il précède la voiture en exerçant d'une façon permanente une faible traction sur le câble qui le relie au véhicule sans être influencé par les variations d'obliquité du câble. Ce trolley pèse une vingtaine de kilos seulement. L'omnibus de 1900 pesait 2.400 kilos à vide, son moteur 800 kilos, soit en tout 3.200 kilos; il pouvait porter 16 à 18 personnes; mais celui de juin 1901, entre Fontainebleau et Sannois (4 kilomètres en 20 minutes), consomme 0,641 kilowatt-heure par voiture-kilomètre. Les frais d'établissement peuvent être estimés à 30.000 francs par kilomètre de voie. — Eberswalde, près de Berlin, utilise aussi ce système après des essais concluants.

— Une machine à gazoline combinée avec une dynamo, un moteur pour chaque roue conductrice d'arrière, une petite batterie d'accumulateurs et un combinateur ; aucune connexion mécanique entre l'arbre de la machine et les roues motrices du véhi-

cule, en sorte que la dynamo peut fonctionner librement, à une vitesse pratiquement uniforme, donne une *automobile électrique combinée*. A régime ordinaire, le courant passe directement de la dynamo aux moteurs; quand la consommation d'énergie est moindre, le courant se trouve automatiquement emprunté à la batterie placée entre la dynamo et le combinateur. Quand il y a consommation extraordinaire d'énergie, la batterie fournit le supplément nécessaire. Le mélange de gaz et d'air brûle complètement, d'où une économie de combustible et suppression de la mauvaise odeur. Cette Compagnie a récemment mis en service un omnibus destiné à transporter 18 personnes et aménagé d'après ce système. Sur l'arbre de la machine, qui a une puissance de 10 chevaux et fait 600 tours, repose directement l'armature d'une dynamo de 5 kilowatts sous 110 volts. Les moteurs, d'une puissance de 5 chevaux peuvent supporter sans avarie une surcharge de 100 0/0 durant une demi-heure, et une surcharge de 200 0/0 pendant cinq minutes. La batterie se compose de 50 éléments d'une capacité de 90 ampères-heure.

## Bateaux électriques.

Un bateau électrique à accumulateurs fait un service régulier de voyageurs sur le fleuve à Omaha. Cette innovation très ingénieuse est due à la Compagnie de Tramways électriques à trolley aérien d'Omaha. Le bateau peut porter 75 passagers, il mesure 13 mètres de long. Le pilote logé à l'avant opère sa manœuvre avec un coupleur ordinaire de tram. La Compagnie des Tramways ayant sa station d'énergie installée sur la rive, elle peut avec la plus grande facilité opérer la charge des batteries que l'on dissimule sous le plancher, de façon à ne pas empiéter sur les places nécessaires

aux sièges des passagers. Le *Vahalla*, à Cowes, aurait été aponté électriquement par M. Arougkam.

— Des *remorqueurs électriques* font le service entre Berlin et Zehndenick. Ces embarcations ont une longueur de 15 à 16 mètres, une largeur au maître-couple de 3 m. 25, un creux de 1 m. 64 et un tirant d'eau de 1 mètre 05. Elles sont capables de remorquer des péniches de 150 tonnes. Le principal avantage de ces toueurs mus électriquement réside dans le déplacement d'eau qui est considérablement moindre que celui des remorqueurs à vapeur de puissance de traction équivalente. Leur emploi est tout indiqué sur les cours d'eau et canaux étroits et peu profonds ou présentant de fortes incurvations. Le transport des marchandises par eau requiert une force de traction atteignant tout au plus un cinquième de celle qui est exigée sur les voies ferrées. La dépense de combustible est réduite dans cette proportion.

— Le remorquage électrique, avec canalisation aérienne, va exister sur le canal qui, depuis 1835, relie la rivière de Miami au lac Erié et dessert les villes de Cincinnati et de Toledo (Ohio). Le long de ce canal, qui n'a pas moins de 440 kilomètres de développement, on se propose d'établir 14 sous-stations destinées à fournir le courant utile aux feeders. Les locomotives, d'un poids de 30 tonnes, seront pourvues de moteurs d'une puissance de 150 chevaux. Ces locomotives pourront remorquer, à une allure maximum de 16 kilomètres à l'heure, des trains comprenant six bateaux chacun de 80 tonnes ; toutefois, dans les circonstances ordinaires, elle ne franchiront pas plus de 6 kilomètres à l'heure.

## L'Électricité dans les mines.

A Chicago, on vient d'inventer une nouvelle machi-

ne mue par l'électricité pour « abattre » le charbon dans les galeries de mine. C'est à la fois une « haveuse » ou machine à couper et une « perforatrice », de sorte qu'elle est destinée à se substituer complètement au travail manuel, si dur et si dangereux. Dans les mines où on l'a essayée, elle fait le même ouvrage que quinze mineurs et produit une économie de 0 fr. 60 à 1 fr. 80 par tonne de charbon extrait. Cette tendance à généraliser l'emploi des appareils mécaniques dans les mines est à signaler comme une conséquence directe de la fréquence des grèves de mineurs.

— Dans une *mine d'Ecosse*, l'ancien matériel à vapeur occupait 7 hommes et la consommation de charbon atteignait 14 tonnes par jour (à raison de 7 jours par semaine), soit un prix annuel de 4,000 livres (100,000 francs). Le nouveau moteur électrique comprend un moteur horizontal compound à condensation actionnant une dynamo Scott et Mountain de 130 kilowatts, fournissant l'énergie à un moteur électrique de 140 chevaux qui entraîne une pompe à triple effet dont le corps a 0 m. 27 de diamètre avec 0 m. 45 de course ; elle débite 2,250 litres par minute à une élévation de 182 mètres. Trois hommes seulement suffisent pour le tout, et avec un travail de 8 heures par jour la consommation quotidienne de charbon est de 2, 3 tonnes, soit une dépense annuelle de 505 livres (12,615 francs). L'économie réalisée par an est de 3,436 livres ou 85,900 francs, ce qui représente une somme considérable. On démontre que des économies semblables ont été obtenues dans d'autres mines dès que l'on a adopté l'énergie électrique.

— La société anonyme des hauts fourneaux d'Anvers va utiliser l'électricité dans ses intallations perfectionnées de lavage et de triage du charbon, de fabrication des briquettes.

## Tractions diverses.

Un *tracteur électrique* est en service depuis plus d'un an dans la gare du Nord de Paris. Il se compose d'une véritable petite locomotive électrique, alimentée sous 120 volts par des conducteurs aériens et un système de trolley, et attelée à un chariot transbordeur avec cabestan de halage. Cet ensemble est utilisé pour manutentionner les wagons et concourir à la formation des trains et à leur dégroupement. Etant donné que les entrées et sorties des trains sont extrêmement nombreuses, le service du chariot transbordeur est particulièrement intermittent, aussi l'électricité est-elle très avantageuse.

— La Compagnie du Nord emploie depuis 12 à 13 ans des *cabestans électriques*, ils sont très nombreux et répartis sur les points les plus importants du réseau. Jusqu'ici les cabestans étaient actionnés par du courant continu à 110 volts. La Compagnie ayant récemment appliqué des transmissions d'énergie par courants alternatifs, on a créé un type de cabestan à courants polyphasés. Dans ce type, le moteur est synchrone avec induit en cage d'écureuil. L'inducteur est bobiné de manière à pouvoir être alimenté à volonté par des courants triphasés ou par des courants diaphasés. Ces cabestans développent des efforts pouvant atteindre 1.000 kilos à la poupée de halage. La vitesse tangentielle de celle-ci est alors d'environ $0^{m}$ 35 par seconde. Cette vitesse augmente d'ailleurs en même temps que diminue l'effort demandé.

— *Le Temperley,* de la Compagnie du Nord, est une sorte de grue simplifiée dont les manœuvres de levage, de descente et de translation de la charge s'effectuent par la traction exercée sur un câble. Le

chariot translateur se meut le long d'une poutre et son développement est commandé automatiquement par le crochet de suspension. La charge est donc levée et transportée par la traction continue exercée sur le câble du temperley. En laissant dévirer ce câble, la charge descend automatiquement dès que le chariot est arrivé au-dessus du point choisi pour le développement. Le temperley installé sur le quai de la gare maritime de Calais, est complété par un treuil électrique actionnant le câble du temperley. Cet ensemble permet la manutention extrêmement rapide de charges lourdes et encombrantes à prendre à quai pour être embarquées sur les navires ou vice versa.

— Le *Porte-balais* L. Boudreaux permet un contact parfait des charbons des dynamos.

---

CHAPITRE VII

# TÉLÉGRAPHIE

**Nouveaux télégraphes. — L'image télégraphiée. — Signaux de chemins de fer. — Téléphone électro-pneumatique. — Perfectionnements téléphoniques. — Le diagnostic au téléphone. — Avertisseurs.**

---

## Nouveaux télégraphes.

*Télégraphe chimique.* — Une bande de papier imprégnée de cyanure de potassium, par exemple, comme dans le pantélégraphe de Caselli; devient conductrice. Si, comme le fait M. Delany, sur cette bande nous fai-

sons s'appuyer deux stylets en fer reliés l'un au pôle positif, l'autre au pôle négatilf, d'une source d'électricité, le cyanure de potassium sera décomposé au passage du courant : le cyanogène se rend au stylet positif avec le fer duquel il fait le cyanure bleu nommé bleu de Prusse : le papier bleuira donc et donnera un signal, alors qu'aucune coloration ne se produira au stylet négatif.

On perfore à l'avance, suivant le code Morse, une bande de papier fort. Un trou sur l'arrière de la bande représente « un point » du code; un trou sur l'avant figure « un trait »; les espaces restent imperforés. La bande ainsi perforée passe, entre deux paires de balais métalliques, placés au-dessus de la bande et communicant avec le fil de ligne : pour ceux du dessus, l'un est relié au pôle positif d'une pile dont le négatif est à terre, l'autre avec le pôle négatif d'une autre pile dont le positif est à terre. Quand une ouverture, un trou de de la bande se présente entre deux balais, ils viennent en contact; l'émission du courant est positive pour la ligne s'il s'agit d'une « ouverture-point » et négative s'il s'agit d'une « ouverture-trait ». Lorsque les balais ne se touchent pas, il n'y a pas d'émission de courant. — Quant au récepteur, il se compose de trois petites tiges de fer appuyant légèrement par leur extrêmité sur la bande de papier imprégnée de cyanure de potassium. Les deux tiges latérales communiquent à la terre, celle du milieu avec la ligne; la bande est entraînée d'un mouvement identique à celui du transmetteur. Alors, quand un courant positif vient de la ligne, la tige du milieu devient anode et le papier reçoit une ligne bleue unique. Lorsque c'est un courant négatif qu'envoie la ligne, ce sont les deux tiges latérales qui deviennent anodes et qui tracent, alors, un double trait. On obtient donc, sous forme de traits simples et de doubles



artits, les longues et les brèves, les traits et les points de l'alphabet Morse, à raison de 8,000 mots à la minute.

— MM. Crehore et Squier ont proposé, et réalisé, un télégraphe à courant alternatif qu'ils nomment le «*synchronographe*». Il est à pulsations électriques. Il repose aussi sur l'emploi d'une bande perforée ou transmetteur. Le récepteur est tout à fait curieux; il est à sulfure de carbone et consiste en ceci: un rayon de lumière polarisée par un nicol est dirigé de façon à traverser de bout en bout un petit tube de verre rempli de sulfure de carbone; à la sortie, un second nicol éteint le rayon. Tant qu'il n'y a pas de champ magnétique, la lumière reste éteinte ; mais, quand un courant électrique est reçu, en vertu du « pouvoir rotatoire magnétique » que possède le sulfure de carbone, le plan de polarisation subit une rotation, le nicol placé à la sortie du tube cesse de produire l'extinction de la lumière, et un jet de lumière jaillit du tube; il est enregistré sur un papier photographique extra-sensible qui se déroule automatiquement à grande vitesse devant l'orifice du tube. Le rendement est, parait-il, de *deux mille* mots par minute.

— *Télégraphe multiplex.* — M. E. Mercadier a modifié son système de 1900 par la réduction du nombre des bobines d'induction employées et par la subtitution au relais télémicrophonique différentiel d'un transformateur à trois fils égaux. Six opérateurs, avec trois transmetteurs et trois récepteurs microtéléphoniques placés à chaque bout d'une ligne artificielle représentant environ 150 kilomètres de ligne télégraphique réelle : des résonateurs placés sur les monotéléphones permettaient à tous les auditeurs d'entendre les signaux sonores produits. Donc : plusieurs transmissions de signaux peuvent être faites *simultanément*, sans se confondre dans le même sens et même pour des

signaux dont les périodes vibratoires ne diffèrent que d'un demi-ton ; en sens contraire, par suite de l'extinction complète des effets des signaux transmis sur les récepteurs monophoniques du poste transmetteur; des signaux ondulatoires de télégraphie multiplex et des signaux intermittents.

## L'image télégraphiée.

L'*électrographe* est un appareil très simple, qui peut servir indifféremment à la transmission ou à la réception de l'image télégraphiée. Au lieu du manipulateur et du récepteur de la télégraphie ordinaire, on emploie un chariot métallique portant un moteur de 110 volts, qui actionne, par une série d'engrenages, un arbre sur lequel est monté un cylindre. Ce dernier reçoit à volonté la feuille expéditrice ou la feuille réceptrice sur laquelle un organe accessoire, porteur d'un stylet ou d'une plume, vient suivre ou tracer la série de traits qui composent l'image. La feuille expéditrice est un agrandissement sur zinc d'une photogravure. Le choix de ces deux éléments est déterminé par la nécessité d'avoir une image formée d'une succession de points et non de lignes interrompues, afin de pouvoir établir et rompre un courant électrique. L'image fournie par la photogravure, qui est produite à l'aide d'un écran tramé, répond bien aux conditions exigées. L'utilisation d'une image agrandie n'a d'autre objet que de produire une séparation des intervalles assez prononcée pour que la transmission soit facilitée. Mais si le facsimilé est parfait, l'image finale est loin d'être agréable, l'œil est dérouté par cette succession de points, de losanges qui s'amassent confusément dans certaines parties de l'épreuve, tandis que d'autres régions sont presque blanches. Pour retrouver le dessin dans toute

son expression, il suffirait d'éloigner le point de vue, c'est-à-dire d'augmenter la distance de vision; mais la photographie intervient ici encore, et grâce à elle, on peut rendre l'aspect plus satisfaisant en effectuant une réduction de l'image transmise par l'électrographe. L'image tracée sur le zinc par la lumière est gravée comme d'habitude; puis, sous l'application d'une douce chaleur, la plaque est revêtue sur toute sa surface d'une couche d'un isolant malléable quelconque; en général, on emploie de la cire à cacheter. La plaque, très polie, présente une succession de points métalliques brillants et de parties résineuses, de dimensions inégales et inversement proportionnels les uns aux autres. Le cliché constitué est enroulé autour de l'appareil transmetteur; la station réceptrice est munie d'un cylindre identique, mais qui est simplement garni d'une feuille de papier ordinaire. La transmission de l'image peut être effectuée à plusieurs centaines de kilomètres, simplement. Le transmetteur tournant, un style analogue à celui du phonographe se trouve ainsi amené en contact avec toute la surface du zinc suivant un mouvement hélicoïdal, et, selon que ce style se trouve en contact avec le métal ou avec la cire, le courant électrique est établi ou interrompu. A la place du style, l'appareil récepteur est muni d'une plume à réservoir qui, selon que le courant passe ou est arrêté, vient s'appliquer sur le papier et y tracer des traits semblables aux points métalliques du zinc expéditeur, ou est soulevée pendant un temps plus ou moins long, laissant ainsi immaculées les parties du papier correspondant aux taches résineuses du zinc expéditeur.

## Signaux de Chemins de fer.

Le *crocodile* de la Compagnie du Nord est une poutre

avec un revêtement de cuivre disposée dans l'entre-voie, à laquelle un commutateur solidaire des mouvements du signal communique le courant d'une pile placée le long de la voie; un sifflet d'alarme résonne sur la machine, quand celle-ci, qui est armée d'une brosse collectrice, reçoit le courant. Ce contact a lieu environ 200 mètres avant le coup de sifflet, ce qui donne au mécanicien tout le temps voulu pour arrêter. Ce système, par suite d'obstacles atmosphériques, donne de dangereux et assez fréquents ratés. — L'*avance-pétards* de la même Compagnie, à nous communiqué par M. E. Sartiaux, comporte un bras actionné par le noyau de fer d'un double solénoïde excité suivant les cas avec un courant de 110 volts ou de 25 éléments Leclanché. La manœuvre s'effectue à distance au moyen du commutateur actionné par les leviers des postes d'aiguilleurs ou par le fonctionnement des signaux d'arrêt qu'ils doublent. L'électricité supprime les transmissions mécaniques longues et délicates. — On a encore l'*utilisation d'un obstacle* actionnant par courant une sirène.

## Téléphone électro-pneumatique.

C'est encore d'Amérique que nous vient cet appareil (1). Le transmetteur récepteur est constitué par une boîte en fer que relie un gros fil de fer à une boîte de fer semblable. Deux diaphragmes très minces (qu'isole l'un de l'autre un anneau marginal non conducteur) sont disposés dans chaque boîte de fer, l'espace qui est compris entre ces 2 diaphragmes constitue ainsi une chambre à air. Une ouverture, servant à l'admission et à la sortie des ondes sonores, est ménagée dans une chambre derrière les diaphragmes de la boîte

(1) M. Andrew Plecher, professeur à l'Université de Stanford (Californie).

en fer. Une bobine en fil de fer très fin est suspendue dans la chambre située entre les 2 diaphragmes, cette bobine est disposée de telle sorte que chaque spire affleure les 2 spires latérales, une de ses extrémités est reliée avec un des diaphragmes, et l'autre extrémité avec le second diaphragme. Quand un courant électrique passe à travers la bobine, celle-ci devient magnétique et les spires se touchent. Ces spires se touchant ou se séparant sous l'influence des vibrations des diaphragmes, la résistance de la bobine se trouvant tantôt comprise dans le courant tantôt en dehors du courant détermine l'attraction réciproque des spires de la bobine. Lorsque les diaphrames se meuvent extérieurement, leur contact latéral est enrayé et la résistance de toute la bobine force le courant, au lieu de s'étendre de spire en spire, à travers la spire suivant sa longueur. Les ondes produites par la voix font vibrer les 2 diaphragmes dans 2 directions opposées, car elles agissent sur la partie avant du diaphragme par l'embouchure, et sur la partie arrière du diaphragme par l'ouverture. On obtient de la sorte une augmentation d'effet de la bobine, à résistance variable. Les fluctuations se transmettent à travers un circuit constitué par un fil très fin, ce fil est relié avec le diaphragme et enroulé autour de la tige centrale de la boîte de fer et du fil de communication de cette boîte et du fil, sont ainsi transformés en aimant. Le fil se relie avec l'un des pôles d'une batterie, un fil similaire s'enroule aussi autour du fil et se relie avec le diaphragme. Afin de pouvoir resserrer ou dilater la chambre comprise entre les 2 diaphragmes, on a joint à l'appareil une poire qui donne à l'air la tension voulue, en réglant convenablement l'amplitude des mouvements des spires de la bobine. La bobine a ses extrémités terminées par les boutons en charbon montés sur des petits disques en

métal. Seuls, des fils soutiennent la bobine. On a disposé ces boutons de charbon de sorte qu'ils exercent une pression élastique contre des diaphragmes antérieur et postérieur. Il n'y a pas d'autres différences appréciables entre ces 2 dispositifs d'un même appareil.

## Perfectionnements téléphoniques.

Pour indiquer à l'abonné si la téléphoniste, à Stockolm, écoute sa conversation, branché sur la ligne de l'abonné et relié à elle par un commutateur bipolaire, se trouve un indicateur de courant dont le centre est mis à la terre. Le point central du récepteur de la téléphoniste est à la terre à travers la batterie d'essai engagée à la manière ordinaire. Ainsi, quand la téléphoniste introduit son téléphone dans la clef d'écoute, un courant est envoyé à la fois sur les deux lignes et à la terre, et l'abonné sait que l'appareil de la téléphoniste est sur la ligne. L'indicateur même possède deux aiguilles astatiques sur l'axe commun desquelles est placé un disque en aluminium portant des croix peintes en rouge, noir et blanc. Ce disque se meut derrière un volet peint en noir. Quand un courant quelconque traverse l'indicateur la croix noire se présente derrière une lumière de même force pratiquée dans le volet, et quand la téléphoniste écoute c'est la croix rouge ou blanche qui apparaît. De cette façon, quand la communication est établie entre deux bureaux, les connexions peuvent être arrangées de manière que la croix blanche indique que la téléphoniste d'un bureau écoute et que la croix révèle la présence dans le circuit du récepteur de la téléphoniste de l'autre bureau.

— *Le téléphone sur les tramways électriques à*

*trolley*, réalisé par M. Benson Bidwell, de Chicago, permet les communications téléphoniques entre tramways électriques en marche sur un même réseau, avec une deuxième petite perche à trolley s'articulant sur la grande et roulant sur un conducteur téléphonique tendu parallèlement au fil d'alimentation de la ligne. Ce système a donné de bons résultats dans des essais qui ont été réalisés récemment à Muskegon, Michigan. — Les fils aériens des téléphones ou télégraphes peuvent être fixés aux arbres vivants, qui résistent mieux aux insectes que les poteaux habituels; — ils peuvent aussi transporter des boîtes en aluminium remplies de lettres à la vitesse de 400 kilomètres à l'heure (Piscicelli). — Au point de vue hygiène, les téléphones publics réclamant une propreté plus grande, protecteurs d'oreille, antisepsie (Société française d'hygiène, O'Followell, Foveau..). — L'existence d'un réseau téléphonique reliant tous les points d'une *mine* avec le monde extérieur donnera la possibilité, à la direction, de se tenir au courant de tous les incidents de l'exploitation, et de diriger les secours en connaissance de cause, au cas de catastrophes. — M. Henri Mager a inventé un modèle de système automatique où le nombre de communications est enregistré ; la pièce de monnaie figure le circuit entre le relais à la source. — Le téléphone haut parleur Gailhard-Ducretet permet d'avoir plusieurs postes sur les navires, d'y transmettre les ordres, et d'amplifier d'ailleurs les sons de tous les téléphones. — Avec un téléphone ordinaire, un récepteur, un multiplicateur des sons et un enregistreur (*télélogographe*) ; les conversations peuvent être enregistrées autant au départ qu'à l'arrivée, ou encore au départ seulement, ou bien pas du tout, comme dans les téléphones ordinaires. L'enregistrement se fait sur une

bande de papier sans fin, préparée spécialement, mue par un mouvement d'horlogerie approprié. Celui-ci étant en contact avec les sonneries d'appel, commence et cesse le mouvement au premier signal.

## Le diagnostic au Téléphone.

Un fait curieux de consultation médicale, authentique, à ce qu'il paraît, est celui d'une maman, effrayée, l'hiver, par des accès de toux de son enfant et redoutant le croup. Elle téléphone aussitôt à son médecin qui demande quelques détails; rassuré, mais devant l'insistance inquiète de la mère : « Mettez, lui dit-il, l'enfant à l'appareil, et faites-le tousser... » Et, après une quinte de toux de ce dernier, répercutée par le téléphone, le docteur déclara qu'il n'y avait aucune crainte et aucun symptôme de croup.

## Avertisseurs.

Un *avertisseur électrique d'incendie* de MM. Heller et Cie est constitué par une double ampoule en verre, analogue au sablier qui sert à nos ménagères dans la cuisson des œufs. L'ampoule inférieure est remplie de mercure. Dans la partie étranglée sont scellés deux fils de platine aboutissant, d'autre part, à deux bornes reliées à la sonnerie d'avertissement. Le volume de mercure est calculé pour obtenir le degré de température correspondant à l'élévation de chaleur qu'il importe de ne pas dépasser. — A propos de l'asphyxie tragique d'Emile Zola, le Dr Bouillet a proposé à la *Société Française d'Hygiène*, à la séance d'octobre, de mettre à l'étude les procédés propres à déceler l'oxyde de carbone; comme celui-ci est renvoyé avec de la fumée, le Dr Foveau de Courmelles a proposé d'adapter

aux plaques des poêles mobiles ou placées devant les cheminées, un contact électrique qui butterait sous la moindre pression de l'air et actionnerait une sonnerie; mais voici un brevet d'invention pris pour un avertisseur d'incendie et basé sur un principe nouveau qui, si l'on en croit sa théorie, serait indiqué pans le cas présent. On traite spécialement un crin de soie ou de cheval dans une solution de soude ordinaire. Après avoir été desséché dans le vide, il possède la curieuse propriété de s'allonger lorsqu'il se trouve dans la fumée. On utilise cet allongement pour fermer un circuit électrique mettant en branle une sonnerie. Les inventeurs disent qu'ils ne comprennent pas la cause de cet allongement, mais sans doute ils pensent que le filament a quelque affinité chimique pour le carbone (*Industrie électrique*), et ce serait intéressant si quelque savant voulait expliquer et faire encore des investigations sur ce phénomène, et surtout l'expérimenter dans la pratique.

---

## CHAPITRE VIII

# LA TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

**Sur la découverte du tube à limaille. — Récepteurs. — Propriétés des enceintes fermées. — Remarques sur le fonctionnement des cohéreurs et des auto-décohéreurs. — Le rôle de l'antenne. — Télégraphie sans fil sous-terrestre. — Télégraphie sans fil en mer. — Téléphonie sans fil par la terre. — Appareil de démonstration de téléphonie sans fil. — Téléphonie sans fil par la lampe à arc. — Nouvelle téléphonie sans fil. — Inconvénients de la télégraphie sans fil. — Transmission électrique sans fil.**

## Sur la découverte du tube à limaille.

Les ondes hertziennes ont permis des théories nouvelles sur la lumière et l'électricité que nous avons étudiées, et l'on en a bien saisi et plus facilement l'importance en les pouvant aisément recueillir en le tube à limaille.

La France n'aime souvent ses enfants... qu'après leur mort, et notre compatriote Branly — indéniablement, pour l'étranger, l'inventeur de la base essentielle, primordiale, de la télégraphie sans fil, le radioconducteur, depuis appelé *cohéreur*, — est constamment obligé de faire respecter ses droits. Ainsi *l'Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1902* renferme une Notice sur la *télégraphie sans fil* dans laquelle la découverte du tube à limaille est attribuée à deux inventeurs : M. Branly et M. Lodge (1). M. Branly a fait ses recherches en 1890 et 1891, les résultats en ont été publiés à cette époque dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences,* dans le journal *La Lumière électrique,* dans le *Compte rendu du Congrès scientifique international des Catholiques de 1891,* dans le *Bulletin de la Société internationale des Electriciens* et dans le *Bulletin des Séances de la Société française de Physique* (2). M. Lodge a eu connaissance des expériences de M. Branly à la fin de 1892 et c'est alors seulement qu'il les a répétées ; sur la réclamation adressée par M. Branly à M. Poincaré, membre de l'Institut, auteur de la

(1) M. Lodge, membre de la Société royale de Londres, recteur de l'Université de Birmingham, auteur de savantes recherches sur l'induction électrique.

(2) C'est dans ce dernier recueil que se trouve l'exposé le plus court et le plus méthodique des phénomènes observés par M. Branly en 1890 et 1891.

Notice, la rectification suivante a été insérée dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 13 janvier 1902.

M. Branly adresse, par l'intermédiaire de M. H. Poincaré, une réclamation à propos de la Notice sur la télégraphie sans fil, publiée par M. H. Poincaré dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1902.

C'est par erreur que le *tube à limaille*, employé dans la télégraphie sans fil comme récepteur des ondes hertziennes, est présenté dans cette Notice comme ayant eu *deux* inventeurs : M. Branly et M. Lodge. Comme l'atteste une lettre de M. Lodge à M. Branly, du 8 janvier 1899, M. Lodge ne revendique aucune part dans la découverte que M. Branly a faite, en 1890, de l'action que les étincelles électriques exercent à distance sur les limailles métalliques.

Voici les passages de la lettre de M. Lodge à laquelle il est fait allusion plus haut : « 8 janvier 1899. A Monsieur le professeur Branly. Mon cher Collègue, Permettez-moi de vous exprimer mon admiration relativement à votre découverte de la variabilité du pouvoir conducteur de la limaille métallique sous l'influence des étincelles électriques à distance, et mon désir que pleine justice soit rendue à vos revendications de priorité en cette matière..... » Et plus loin, M. Lodge, en annonçant l'envoi qu'il fait à M. Branly d'un tube qu'il a construit dans des conditions spéciales, s'exprime ainsi : .... et je vous demanderai d'accepter mon présent modèle de tube à limaille comme un échantillon envoyé en hommage à l'inventeur. »

Il reste donc bien établi que le récepteur qui a rendu possible la télégraphie sans fil est sorti du laboratoire de Physique de l'Institut catholique et, comme le dit le *Figaro* du 15 janvier 1902 : « le tube à limaille continuera à s'appeler le *tube Branly.* » Il n'est pas sans intérêt de

faire remarquer que l'ensemble des travaux de M. Branly sur les radioconducteurs constitue un chapitre spécial de la conductibilité électrique et, bien que de nombreux savants les aient repris, aucun fait nouveau n'y a été ajouté. Le tube à limaille construit dès 1890 par M. Branly, tel qu'il est utilisé actuellement et avec la dénomination de tube à limaille n'est qu'un cas particulier des formes multiples sous lesquelles les radioconducteurs peuvent être employés (1).

## Récepteurs.

Tout récepteur de télégraphie sans fil fonctionne avec un radioconducteur, c'est la partie essentielle, et de sa sensibilité dépend la facilité et la distance de réception des ondes hertziennes.

« Cet appareil, dit M. H. Poincaré, d'une exquise sensibilité sans laquelle la télégraphie sans fil serait

(1) On découvre sans cesse des priorités au sujet de la télégraphie sans fil, nous publions ci-après une coupure d'un journal du 6 décembre 1868, le *Mercure Aptésien*, reproduisant une note du *Nouvelliste de Rouen* : « Voici la merveille des merveilles. C'est un télégraphe sans fil. Cette invention extraordinaire et précieuse paraît être née dans la cervelle de deux savants à la fois. Le chanoine Jacques Bobone, de San-Remo (Ligurie occidentale), publiait récemment un travail intitulé : *Un nouveau télégraphe*. Le chanoine Bobone disait avoir trouvé le moyen de mettre en communication deux télégraphes électriques, à quelque distance qu'ils fussent placés, sans qu'il fût nécessaire de les relier par des fils sensibles. En même temps, au Canada, M. Mower annonçait avoir découvert un système de transmission électrique supprimant les fils métalliques comme *inutiles*. M. Mower a fait l'expérience de sa découverte. Il a mis en communication les deux rives du lac Ontario par le procédé qu'il avait annoncé, et, en effet, sans le secours d'un fil, la transmission s'est faite en 3/8 de seconde à une distance de 170 kilomètres. On a échangé ainsi des correspondances pendant deux heures consécutives. L'inventeur a refusé jusqu'à présent de faire connaître son secret. » V. p. 12.

toujours restée une chimère, a reçu le nom de *cohéreur.* »

« Le choix du tube à limaille, dit son inventeur, le Dr Edouard Branly, in *Cosmos*, no 910, dans le récepteur des télégraphes sans fil s'explique par la simplicité de sa construction. Un peu de limaille d'alliage d'or et de cuivre tamisée et intercalée sans pression entre deux pistons métalliques, dans un tube de verre, constitue l'appareil. Pour le régler, on rapproche graduellement les deux pistons jusqu'à obtenir une conductibilité extrêmement faible qui indique que la sensibilité cherchée va être obtenue. Mais le tube à limaille n'est pas sans offrir de sérieuses imperfections : la multiplicité des contacts et les modifications que la frappe apporte aux surfaces en présence en rendent parfois le jeu variable. Ayant eu l'occasion de rencontrer de l'inconstance dans les meilleurs tubes à limaille, quelle que fût leur origine, j'ai cherché le moyen d'obtenir un radioconducteur plus régulier. Je me suis adressé à cet effet aux radioconducteurs à *contact unique.* La première observation des radioconducteurs à un seul contact a paru le 12 janvier 1891 aux *Comptes rendus de l'Académie des sciences* de Paris (1).

(1) Deux tiges cylindriques de cuivre rouge sont oxydées dans la flamme d'un bec Bunsen, puis elles sont superposées en croix, chargées de poids pour éviter les variations par trépidation et reliées respectivement aux bornes d'une branche d'un pont de Wheatstone. La résistance principale de cette branche réside dans les deux couches d'oxydes en contact. Une mesure prise au hasard parmi un grand nombre accusait une résistance de 80 mille ohms avant les étincelles d'une machine électrique indépendante (Dans le Bulletin des séances de la Société française de physique (avril 1891), j'ai ajouté pour rendre plus claire l'expression de machine indépendante : *fonctionnant à quelques mètres de distance*); cette résistance passait à 7 ohms après les étincelles. Un effet analogue est obtenu en superposant deux tiges d'acier oxydées ou une tige d'acier et une tige de cuivre, toutes oxydées...

« Ces essais étaient la conséquence naturelle de mes expériences sur les limailles ; ils réalisaient des contacts élémentaires. Le tube à limaille avait précédé le contact unique, parce qu'il résultait d'observations un peu incertaines faites d'abord avec des verres platinés, puis d'expériences beaucoup plus nettes effectuées avec des plans de verre ou d'ébonite métallisés par des poudres de métaux porphyrisés et appliqués avec un brunissoir. Les contacts mutiples m'avaient expérimentalement et progressivement conduit à un contact unique. Il n'est pas sans intérêt d'établir un rapprochement entre les radioconducteurs et les contacts microphoniques si ingénieusement utilisés par Hugues ; mais Hugues n'avait pas reconnu les variations importantes de conductibilité qui sont produites dans un microphone par le *passage même* du courant et particulièrement par l'action des étincelles à distance ; il ne soupçonnait pas les propriétés des radioconducteurs. Mes expériences ont été répétées par Lodge à la fin de 1892, après qu'il les a eu connues et il a fait aussi usage d'un contact unique : *aluminium et fer,* mais les surfaces de ces deux métaux n'avaient pas subi de préparation spéciale et précise et Lodge les considérait comme légèrement oxydées ; dans ces conditions, le contact aluminium-fer rentrait dans le type de mes expériences initiales à contact métal oxydé-métal oxydé. »

« Toutefois, dit M. Poincaré, la couche d'oxyde ne doit pas être trop épaisse, sans quoi le tube resterait isolant même en présence des oscillations hertziennes. C'est pourquoi M. Lodge conseille de sceller le tube et d'y faire le vide quand les métaux ont atteint un degré convenable d'oxydation. On peut obtenir aussi de bons résultats avec de la limaille d'argent, légèrement sulfurée à la surface, la couche de sulfure jouant alors le même rôle que la couche d'oxyde. On a construit égale-

ment des cohéreurs à limaille inoxydable, mais en prenant pour les électrodes des métaux oxydables. Il est problable alors que la résistance a lieu au contact de la limaille et des électrodes. C'est par tâtonnement qu'on est arrivé au mélange le plus avantageux ; celui qu'emploie Marconi comprend 96 0/0 de limaille de nickel et 4 0/0 de limaille d'argent. »

« Il n'était pourtant pas nécessaire, continue M. Branly, que l'aluminium et le fer fussent oxydés, car mes recherches de 1895 et 1896 ont montré que le contact de deux métaux pouvait offrir une résistance importante croissant par le choc et disparaissant par l'étincelle, alors même que les surfaces étaient étendues, qu'elles avaient été rendues parfaitement nettes et qu'elles étaient fortement pressées. L'aluminium et le fer faisaient précisément partie du deuxième groupe dans mon classement spécial des métaux en deux groupes, au point de vue de la résistance au contact.

« Plus tard, d'autres expérimentateurs ont encore opéré avec un contact unique : par exemple, MM. Boulanger et Ferrié ; ils se sont spécialement servis du zinc ; c'est un métal qui appartient au premier groupe de mon classement, quand sa surface est parfaitement nette, mais d'après MM. Boulanger et Ferrié, il était « recouvert de la couche d'oxyde qu'il acquiert naturellement quand il est exposé à l'air ». A côté de l'influence de l'oxydation, j'ai été amené à considérer encore l'influence du poli. Mes radioconducteurs à billes métalliques (1899), très sensibles aux étincelles à distance, consistaient en billes d'acier trempé, parfaitement polies, telles qu'elles sont fabriquées industriellement pour les roulements dans les automobiles et les vélocipèdes. Ces radioconducteurs à billes étaient formés de billes superposées dans un tube de verre et leurs dimensions pouvaient être très variables. Dans la vitrine de

mes appareils, à l'Exposition universelle de 1900, figuraient des colonnes de billes d'acier poli de différents diamètres (1). Elles représentaient des tubes à limaille à gros grains polis. En raison de leur poids et de la pression qu'on exerçait sur l'extrêmité des colonnes : ces colonnes étant verticales, inclinées ou horizontales, les billes étaient bien appliquées les unes contre les autres, mais leur forme étant rigoureusement sphérique, elles ne se touchaient que sur un seul point. On n'avait plus une surface de contact aussi réduite, avec des radioconducteurs à disques métalliques plans bien dressés et superposés; ils offraient une résistance d'autant plus forte que les surfaces appliquées étaient mieux polies; cette résistance devient très considérable avec des disques d'aluminium poli ou d'acier poli (2). »

(1) Une des colonnes était formée de billes de deux millimètres de diamètre; dans une autre colonne, les billes d'acier poli atteignaient un diamètre de 60 millimètres et chacune de ces dernières pesait plus de 500 grammes.

(2) L'expérience suivante, aisée à répéter dans un cours, démontre d'une façon manifeste l'effet du poli. On opère avec des métaux du deuxième groupe. On forme une pile d'une dizaine de disques d'aluminium bien dressés et bien polis (poli spéculaire); ces disques ont 6 centimètres de diamètre et 8 millimètres d'épaisseur; superposés comme dans une pile à colonne de Volta et surchargés de poids pour assurer le contact, ils constituent une colonne cylindrique dont les extrémités supérieure et inférieure sont reliées aux deux pôles d'un accumulateur. Dans le circuit est intercalé un fil fin de platine. Le circuit fermé, composé de l'accumulateur, de la colonne de disques d'aluminium poli et du fil de platine, n'est pas traversé par le courant; mais, si on fait jaillir à distance une étincelle entre les deux boules de l'excitateur d'une petite bobine d'induction, le fil de platine rougit. En donnant avec un crayon un léger choc sur la tête de la pile de disques, l'incandescence du fil de platine cesse immédiatement; elle se rétablit par une nouvelle étincelle. Le tube à limaille auquel on comparerait cette pile de disques d'aluminium poli se composerait de grains en contact par de très larges surfaces.

Le cohéreur Tissot Rochefort est muni d'électrodes en fer doux de 3 à 5 millimètres de diamètres : elles sont taillées en biseau; une petite quantité de limaille de fer est placée entre les deux électrodes, formant en coupe un segment de cercle de 1 millimètre de flèche. Un aimant à fer à cheval peut être approché ou éloigné du tube par un dispositif très simple. L'action de cet aimant permet de régler extérieurement la résistance du tube non soumis à l'action des ondes; on diminue cette résistance en approchant l'aimant, dont les lignes de force sont parallèles à l'axe du tube. Cela s'appelle régler la pression de la limaille. Il paraît que ces cohéreurs, vraiment originaux, donnent d'excellents résultats. — « Utilisant, continue M. Branly, tour à tour ou simultanément les effets de l'oxydation et du poli, j'ai effectué de nouveaux essais; ils m'ont permis de réaliser des conditions qui assurent au contact unique les qualités qui manquaient jusqu'ici : une grande régularité associée à la sensibilité. Bien que le contact *métal oxydé-métal oxydé* et aussi les contacts *métal oxydé-métal net* et *métal poli-métal poli* soient souvent assez bons, j'accorde actuellement la préférence au contact *métal oxydé-métal poli.* J'emploie des métaux qui ont été d'abord bien nettoyés et bien polis; après quoi, ils sont recouverts d'une très légère couche d'oxyde par un séjour réglé dans une étuve à air chaud. Cette étuve, chauffée par le gaz d'éclairage, renferme une boîte en fonte de fer dont les parois ont 15 millimètres d'épaisseur ; c'est dans l'air de cette boîte fermée que les surfaces métalliques utilisées se recouvrent d'oxyde. La température est indiquée par un thermomètre dont le réservoir plonge dans le mercure d'une cavité de la paroi de la boîte. On s'est assuré que le thermomètre marquait ainsi la même température que quand il était plongé dans l'air même de l'intérieur de la boîte. En

réglant la température de l'étuve, on dirige à volonté l'oxydation, ce qui permet d'obtenir la sensibilité désirée. De nouveaux appareils de chauffage plus commodes sont en préparation. Le radioconducteur auquel je me suis arrêté a la forme d'un trépied à pointes oxydées qui repose sur un disque plan et poli. Trois tiges métalliques de même nature, parallèles et verticales, de un à deux millimètres de diamètre, sont réunies à leur partie supérieure par un disque métallique auquel aboutit un fil conducteur venant de l'un des pôles d'un élément de pile; les extrémités inférieures des tiges, sensiblement sphériques, nettoyées, polies, puis oxydées comme il a été dit plus haut, reposent librement sur un plan d'acier poli relié au second pôle de l'élément de pile. On a ainsi trois contacts semblables (métal oxydé-acier poli) associés en qualité, sur lesquels se répartit le poids du trépied et qui peuvent se suppléer. La conductibilité s'établit sans antennes par une très faible étincelle à une distance où des tubes à limailles, très sensibles, n'étaient pas régulièrement impressionnés. En séparant du disque deux pointes à la fois par du papier et en ne conservant le contact que pour une seule pointe, on s'assure de l'égale valeur des trois contacts du trépied. On rejette les trépieds qui ne satisfont pas à cette condition d'égalité. Un grand nombre de métaux paraissent susceptibles de fournir des résultats constants; mais comme une étude complète avec tous les métaux n'a pas encore pu être effectuée, faute de temps, j'emploie d'ordinaire un trépied à pointes d'acier oxydées reposant sur un disque d'acier trempé et poli. Le dégré d'oxydation des pointes et le poli du disque jouent le rôle essentiel. Si l'on posait sur un plan d'acier poli plusieurs trépieds à contacts inférieurs oxydés et à peu près équivalents, on formerait une sorte de tube à limaille à contacts

en *quantité*, et non *en série*, comme ils le sont dans le tube à limaille usuel. Les contacts imparfaits ne touchent ici qu'une électrode, ce qui est un avantage sur le tube à limaille où ils en touchent deux. Il n'est pas certain qu'en pratique cette dispositon serait, sauf pour la suppléance, préférable à un seul contact, car la loi d'Ohm n'est pas applicable à des circuits où les courants s'établissent par une sorte d'effraction ; l'essai mérite toutefois d'être recommandé.

« Comme je l'ai fait remarquer dès le début de mes recherches, une grande sensibilité nécessite un voltage inférieur afin d'éviter une circulation continue du courant par le contact imparfait. Suivant l'épaisseur de la couche d'oxyde, j'ai employé pour le circuit du radio-conducteur deux voltages différents : 1 volt (élément Daniell) ou 1/2 volt (élément Dobilly). En variant le poids du trépied, le voltage de l'élément, la résistance du circuit, on obtient même à circuit fermé le retour à la résistance par un choc. Mais à circuit ouvert un choc beaucoup plus faible est suffisant. Le circuit du radioconducteur était constitué de la façon suivante : élément de pile, trépied radioconducteur posé sur un disque d'acier poli, résistance additionnelle et variable et enfin galvanomètre, *ou bien :* élément de pile, trépied et disque, résistance additionnelle et relais, ce dernier remplaçant le galvanomètre (1). Les propriétés

(1) « J'aurais attendu, disait M. Branly, à l'Académie des Sciences, le 10 février 1902, pour publier ces résultats que d'autres dispositifs, actuellement à l'étude, fussent parvenus à un fonctionnement régulier, si la communication de M. Fényi, insérée dans les *Comptes rendus* de la séance du 27 janvier dernier, n'avait appelé l'attention sur le bon emploi de radio-conducteurs à un seul contact. En reproduisant les expériences de M. Fényi, j'ai trouvé commode de disposer en trépied trois aiguilles à coudre verticales et parallèles dont les têtes reposaient sur un plan d'acier poli (force électromotrice, 1/2 volt

du radioconducteur acier oxydé-acier poli ayant été reconnues satisfaisantes par de nombreuses expériences, je l'ai substitué au tube à limaille dans le récepteur de la télégraphie sans fil. Chemin faisant, j'ai supprimé le frappeur indépendant, augmenté la vitesse d'inscription des signaux et établi un récepteur simple plus avantageux que les récepteurs habituellement en usage. La description des diverses parties de l'appareil va précéder l'indication du fonctionnement.

« *Radioconducteur.* — C'est un trépied formé d'une plate-forme circulaire, sur lequel sont implantées trois tiges équidistantes et verticales, à pointes mousses oxydées. Ces pointes sont en acier, préalablement nettoyé, poli, trempé au mercure · après un nouveau nettoyage, nécessité par l'opération de la trempe, et un nouveau poli très soigné, les pointes sont oxydées à une température fixe. Elles reposent librement sur un disque en acier trempé et poli. Le fil métallique qui doit se rendre du trépied à l'un des pôles de l'élément de pile, est un fil d'argent recuit, pressé entre des tiges verticales sortant de la face supérieure de la plate-forme et serrées entre elles par un petit écrou. *Premier circuit.* — Un élément d'un demi-volt (1) est relié par un de ses pôles à la vis supérieure du butoir du Morse, le courant de l'élément descend le long de

pour les aiguilles à coudre que j'ai employées) ; le résultat était le même avec trois aiguilles à tricoter disposées aussi verticalement en trépied (force électromotrice de la pile, 1 volt). »

(1) La pile du cohéreur est à faible voltage, dont l'utilité a été démontrée par les essais du lieutenant de vaisseau Colin ; voici la composition de sa pile. Une solution à 35 °/₀ de potasse caustique, immobilisée par un procédé spécial, reçoit les deux électrodes : celle + en étain et celle — en zinc amalgamé. Le tout est enfermé dans un flacon muni d'un bouchon en ébonite ; la force électro-motrice est de 0,25 v. La pile du frappeur se compose de 3 éléments, genre Leclanché, également à liquide immobilisé.

cette vis suivant son axe, passe à une lamelle de platine fixée à la palette mobile du Morse, et isolée électriquement; par un fil flexible, il se rend à un relais sensible (relais Claude), puis à une résistance variable et au disque d'acier. Le courant traverse le trépied en passant par les contacts acier poli-acier oxydé, et retourne par le fil d'argent au second pôle de l'élément d'un demi-volt. *Second circuit.* — Ce circuit est celui que déclanche le relais. Il comprend : une pile de deux à quatre éléments Leclanché; les contacts fermés par le relais; les bobines de l'électro-aimant du Morse. Quand il est fermé, il détermine l'attraction par l'électro-aimant de la palette de contact et en même temps l'inscription des signaux sur la bande de papier qui se déroule.

« *Fonctionnement.* — Une étincelle ayant éclaté au poste transmetteur, le premier circuit se ferme par la conductibilité des contacts acier oxydé-acier poli; le courant de l'élément d'un demi-volt, réduit par la résistance additionnelle, actionne le relais, le second circuit se ferme à son tour, la palette du contact du Morse est attirée par l'électro-aimant; la lamelle de platine fixée sur la palette s'écartant alors de la vis supérieure du butoir, le premier circuit *s'ouvre.* Le relais ouvre alors le deuxième circuit. Entraînée par sa vitesse acquise, la palette de contact poursuit son mouvement, frappe la vis inférieure du butoir et par ce choc, qui peut être très faible parce qu'il a lieu à circuit ouvert, s'opère le retour du trépied. Par l'effet du ressort antagoniste du Morse, la palette se réapplique sans ébranlement (1) contre la vis supérieure du butoir;

(1) Divers dispositifs sont employés pour annuler tout autre ébranlement que celui que détermine le choc de la palette contre la vis inférieure du butoir : caoutchouc élastique, ressorts; ils donnent des résultats satisfaisants. On amortit ainsi

le premier circuit se trouvant ainsi de nouveau fermé, une nouvelle étincelle de la station de départ peut le rendre conducteur. La faiblesse du choc exigé pour le retour du trépied autorise à réduire la course de la palette du Morse, et à rapprocher les deux vis du butoir, on peut ainsi accroître le nombre des signaux en un temps donné. La forme même du radioconducteur donne le moyen de le soustraire aisément à l'influence des étincelles du transmetteur de son propre poste. Il suffit enfin de le soulever très légèrement pendant que le poste effectue à son tour des transmissions. On y parvient, soit directement par l'intermédiaire du fil qui traverse la plate-forme supérieure et que l'on soulève par un levier, soit par un électro-aimant auxiliaire, dont l'action s'exerce à volonté en fermant un circuit spécial. Dans ce dernier cas, la plate-forme du trépied est formée d'une rondelle de fer sur laquelle l'électro-aimant agit par attraction quand il est animé par un courant. Ce nouveau récepteur de télégraphie sans fil a été adopté par la Société française des télégraphes sans fil qui l'a soumis à des essais à grande distance. »

— La construction du frappeur ou décohéreur varie avec les inventeurs : en le frappeur Ducretet, par exemple, à l'inverse du frappeur Slaby-Arco, c'est le *recul* du marteau qui agit sur le tube.

## Sur les propriétés des enceintes fermées, relatives aux ondes électriques.

M. Turpain s'est proposé (Académie des Sciences) d'étudier les effets que l'emploi des enceintes fermées

complètement le choc de la palette contre la vis supérieure du butoir, et le choc du levier qui appuie le papier contre la molette encrée.

permet d'obtenir tant au point de vue de la pénétration des ondes à leur intérieur que de la concentration des ondes produites dans ces enceintes. Un dispositif producteur d'ondes ou transmetteur T peut être enfermé dans une caisse de bois tapissée d'étain, mesurant 30 centimètres de longueur, 22 centimètres de largeur et 20 centimètres de hauteur. Un dispositif récepteur R comprenant un cohéreur, un relais et une sonnerie, avec les éléments de pile nécessaires, peut être enfermé dans une enceinte métallique de mêmes dimensions que la précédente. Chaque caisse est percée d'une ouverture circulaire de 14 millimètres de diamètre par laquelle on peut introduire un conducteur constitué soit par un fil nu, soit par un tube, soit encore par un câble sous plomb de 10 m. 50 de longueur.

C'est avec ce dispositif que M. Turpain a réalisé les expériences suivantes que nous allons résumer brièvement : 1° Chaque fois que T et R sont placés dans une enceinte métallique complètement close, il n'y a aucune action possible de T sur R. 2° Si l'enceinte métallique qui contient R est munie d'une seule petite ouverture circulaire aux bords de laquelle s'adapte un tube conducteur qui vient déboucher dans l'enceinte contenant T, on ne constate aucune action de T sur R. Mais il suffit de découvrir l'enceinte contenant R pour que l'action ait lieu. Les ondes, qui ne pouvaient pénétrer dans l'enceinte munie du tube, se trouvent alors concentrées par le tube conducteur et peuvent agir sur le récepteur. On constate les mêmes phénomènes si, conservant les mêmes dispositions pour les enceintes et pour le tube qui les réunit, on permute les dispositions des dispositifs transmetteur et récepteur, plaçant le transmetteur dans l'enceinte qui contenait le récepteur et *vice versa*. 3° Alors que la communication entre

les deux enceintes est impossible si même un tube conducteur relie les bords des ouvertures circulaires pratiquées dans chaque enceinte, l'action de T sur R se manifeste si le tube conducteur pénètre dans les enceintes sans en toucher le revêtement. Mieux encore, T agit sur R si le tube conducteur est muni suivant son axe d'un conducteur reliant les deux dispositifs. 4° Cette action de T sur R au moyen d'un câble à revêtement métallique peut avoir lieu, même si le câble est dénudé de son revêtement métallique sur une petite longueur, pourvu qu'il n'y ait pas communication entre le tronçon de câble allant vers le récepteur R et l'âme du câble. T agit sur R même si ce tronçon provenant du transmetteur T est en contact avec l'âme du câble.

Ces expériences indiquent les conditions dans lesquelles devront être placés les dispositifs producteur et récepteur d'ondes électriques pour être utilisés dans la télégraphie hertzienne avec fil, alors que le fil conducteur est constitué par un câble. Le revêtement métallique dont tout câble sous-marin ou souterrain est muni, devra être continué autour du conducteur axial jusqu'au poste télégraphique. Les dispositifs de chaque poste devront être situés dans une enceinte métallique fermée mise en relation par une ouverture avec le revêtement du câble. Dans ces conditions, une concentration très puissante des ondes électriques sera obtenue, alors qu'elle serait impossible si les ondes passaient du conducteur axial au revêtement métallique du câble au point de la ligne où commence le câble. A partir de ce point, les ondes seraient disséminées dans le sol ou dans l'eau. Ces expériences peuvent fournir également quelques enseignements utiles relatifs à l'emploi des enceintes fermées en télégraphie sans fil. Il y aurait avantage, en particulier, à enfermer les

organes transmetteurs, d'une part, les organes récepteurs, d'autre part, dans les enceintes métalliques closes, munies chacune d'une ouverture circulaire à laquelle viendrait aboutir un câble sous plomb mettant en relation chaque dispositif avec l'antenne. D'après les expériences faites, il ne doit y avoir aucun inconvénient à relier le revêtement du câble qui vient du transmetteur au conducteur même de l'antenne. En ce qui concerne le récepteur, la mise en contact du revêtement du câble avec l'antenne constituera une protection très efficace et très commode des organes récepteurs contre les ondes issues du poste. Il suffirait, au moment de la réception, de supprimer cette relation, assurée, par exemple, au moyen d'une bague mobile, tout en maintenant les dispositifs récepteurs dans leur enceinte métallique.

## Remarque sur le fonctionnement des cohéreurs et des auto-décohéreurs.

En étudiant les auto-décohéreurs en usage dans la télégraphie sans fils et en cherchant à en construire de plus sensibles et de plus constants, les observations de M. O. Rochefort (Académie des Sciences), basées sur des mesures prises avec le plus grand soin, l'ont amené à des conclusions contraires à ce qui semblait naguère être la vérité. Après avoir signalé les essais qu'il a faits, l'auteur est amené à la conclusion suivante : tous les cohéreurs à décohésion spontanée peuvent être ramenés à l'état de cohéreurs ordinaires en diminuant la pression des contacts imparfaits. Les expériences entreprises ne permettent pas encore de généraliser la réciproque. L'auteur a constaté que certains radioconducteurs à contact métal-métal ou à limaille peuvent facilement être amenés à l'état d'auto-décohéreurs

Arco, dont nous croyons intéressant de donner une description sommaire. C'est toujours dans l'ensemble le système Ducretet ou Marconi, avec récepteurs Branly. Mais il y a cette particularité que, dans le transmetteur comme dans le récepteur, le conducteur vertical est relié à la terre et que l'on s'en trouve bien. « Cela confirmerait, dit Max de Nansouty, l'hypothèse faite par notre savant Inspecteur des télégraphes français, M. Willot, à savoir que les signaux de télégraphie sans fil s'échangent probablement par la base des poteaux ou antennes de départ et d'arrivée, et que l'atmosphère ne sert en réalité que de voie de retour, de « fil de retour », aux ondes, — si l'on peut s'exprimer ainsi. La déduction, très importante, serait que la télégraphie sans fil est indépendante de la courbure de la terre : cela est à vérifier en grand. »

Le *transmetteur* se compose, dans le système Slaby-Arco, d'un condensateur chargé d'électricité à haute tension au moyen d'une bobine d'induction. Ce condensateur, sous les attaques d'une clef de Morse, se décharge d'un côté par l'étincelle qui jaillit, de l'autre par la mise à terre. Le fil vertical, antenne protégée, entourée d'une gaine protectrice, reçoit les ondes électriques, les canalise en quelque sorte jusqu'à son sommet, et elles s'épandent dans l'espace. Le point curieux, nous le répétons, c'est qu'en reliant à la terre le fil vertical, le fonctionnement du système a été reconnu meilleur. De même, en ce qui concerne *le récepteur* du système Slaby-Arco, on fait la mise à terre. Ce récepteur se compose du fil vertical, dans sa gaine, lequel reçoit les ondes de son mystérieux et invisible correspondant transmetteur. Les ondes aboutissent au *cohéreur*, petit tube en verre rempli de limaille métallique que le passage des ondes groupe, « cohère », met en ordre ; puis, les ondes étant passées, un petit

marteau frappe sur le tube du cohéreur et « décohère » la limaille. De là les signaux : on les accentue au moyen d'un *relai* Morse analogue aux relais de la télégraphie Morse actuelle, et qu'une batterie de piles électriques alimente. On obtient de bons résultats avec le système en question, non seulement en mettant à terre le conducteur, le fil vertical, mais encore en le reliant à un réseau de fils conducteurs aboutissant à la terre. Ce dispositif aurait, paraît-il, l'avantage de rendre le système indépendant des phénomènes atmosphériques, notamment des phénomènes électriques, qui sont déconcertants et même dangereux pour les télégraphistes sans fil. Les expérimentateurs allemands déclarent avoir communiqué parfaitement en mer à des distances variant entre 40 et 45 kilomètres avec des fils verticaux de 35 à 40 mètres. On a déjà fait aussi bien, sinon mieux, en France et ailleurs. Mais il convient de noter que le système Slaby-Arco en est à ses débuts et que, de plus, ses perfectionnements de détails sont ingénieux et bien conçus.

Le système espagnol Cervera, de télégraphie sans fil, se distingue également de ses congénères par l'étude des organes. Son auteur a tout d'abord étudié spécialement le *mât*, l'*antenne* qui projette les ondes dans l'espace et qui les reçoit. Il a combiné un mât léger, transportable et démontable, que l'on pourrait monter et démonter en deux ou trois heures. Ce serait une chose fort utile pour la télégraphie sans fil militaire. Dans le transmetteur, M. Cervera fait usage, soit de la clef de Morse, soit d'une sorte de petite machine à écrire — dans l'espace — qui augmente, dit-il, la rapidité des transmissions. Dans le récepteur, on trouve un cohéreur très sensible et un interrupteur-trembleur de construction nouvelle et inédite. C'est sur la réunion de ces divers perfectionnements que compte M. Cervera.

## La télégraphie sans fil sous-terrestre.

Elle a été annoncée en 1901. — MM. E. Guarini et F. Poncelet ont étudié le rôle de la terre et ils concluent ainsi : « Quoi qu'il en soit, si, pour communiquer par la terre, il fallait : 1° faire de longues recherches pour trouver les couches voulues ; 2° creuser de profonds puits d'essais ; 3° creuser un canal pour trouver les interruptions entre les couches interrompues et les relier par des conducteurs ; 4° avoir une énergie de quelques millions de watts pour communiquer à 100 kilomètres — la proportion existe, puisqu'il a fallu 2 ampères et 16 volts, soit 32 watts, à M. Guarini pour communiquer à 23 kilomètres sur terre entre Malines et Anvers, tandis qu'il faut 150 watts à M. Pilsondski pour communiquer à 500 mètres, c'est-à-dire à une distance 46 fois moindre que celle obtenue par M. Guarini (avec un courant de 1/5 de celui employé par M. Pilsondski), — nous ne savons vraiment pas pourquoi on n'emploierait pas la télégraphie avec fil ou mieux encore la télégraphie électrique sans fil aérienne, avec des cylindres de quelques mètres comme antennes. Vouloir faire autrement sera se donner fort grande peine sans grand avantage. Si, enfin, pour communiquer de Paris à Bruxelles, on allait placer — en imitant en plus grand l'exemple du Vésinet — l'oscillateur sur la tour Eiffel et le cohéreur sur le palais de justice de Bruxelles avec des fils descendant jusqu'à terre (antenne renversée), la démonstration ne serait pas encore faite que la propagation a eu lieu par la terre. »

## Télégraphie sans fil en mer.

Marconi a réussi dès 1901 à transmettre, par ondes

hertziennes, des signaux à travers l'Océan atlantique. Au moyen de cerfs-volants montant à 600 mètres, il intercepta à Saint-Jean-de-Terre-Neuve, les ondes transmises de Cornwall, se servant d'un téléphone comme récepteur et le message réel était la lettre S émise en alphabet Morse à des intervalles de cinq minutes comme c'était préalablement convenu. Les sons étaient très faibles, pourtant M. Marconi déclara qu'on ne pouvait s'y méprendre. Dans ce résultat apparemment modeste — trois très légers tacs renouvelés à intervalles de cinq minutes — se trouve sans doute le germe de la télégraphie et peut-être aussi de la téléphonie sans fil à travers l'Océan. Dans l'état actuel de l'invention de M. Marconi, les hommes d'affaires, pour leurs messages, accorderont toujours la préférence au câble sous-marin qui leur procure une garantie de secret et la certitude d'un télégramme enregistré qui sont absolument indispensables. Les signaux sans fil de l'éther ne peuvent jamais être secrets, il est toujours possible de les intercepter. Les messages reçus sous la forme fugitive d'un son dans le téléphone sont trop évanescents et incertains pour qu'ils se recommandent d'eux-mêmes aux nécessités du commerce. En outre, la vitesse de transmission par le système Marconi est extrêmement limitée, comparée à celle qu'il est possible d'atteindre par le câble. Néanmoins, il convient de marquer d'un trait rouge dans les annales de la télégraphie sans fil, la date du 12 décembre 1901, les expériences auraient été répétées le 26 décembre. (*Le Journal*).

— Les îles Flannan (Ecosse), à trente kilomètres de la côte occidentale de Lewis : les îles Flannan sont la première terre européenne qu'aperçoivent les vaisseaux qui arrivent d'Amérique. Le principal avantage qu'on espère tirer de l'installation de la télégraphie

sans fil sera de leur permettre de signaler leur arrivée plusieurs heures à l'avance.

Il serait également question d'établir une communication télégraphique sans conducteur entre l'Islande, le Groenland, les îles Færoë et le Canada.

— On a récemment organisé un service de télégraphie sans fil entre le port militaire de la Spezzia et l'extrémité nord de l'île de Sardaigne, soit à une distance de 300 kilomètres. On va de plus installer une communication semblable entre la même île et Rome.

— Des expériences de télégraphie sans fil, sous la direction du lieutenant de vaisseau Loiseau et du second maître Charrier, viennent d'avoir lieu entre Chassiron (île d'Oléron) et Fouras. Les résultats, et plus particulièrement, durant la première partie des expériences, ont été des plus satisfaisants. Les dépêches transmises de Chassiron ont été reçues à bord du d'*Assas*, qui se trouvait en rade de l'île d'Aix, et ont été parfaitement comprises. Les expériences sont interrompues pour quelques jours et reprendront ensuite.

— Le capitaine Hœgemann, qui commande le paquebot poste *Kaiser-Wilhelm-der-Grosse*, du Norddeutscher Lloyd, au cours d'une récente traversée entre New-York et Cherbourg, a été pendant trois jours — presque la moitié du trajet — en communication, par la télégraphie sans fil, avec le paquebot-poste *Lucania*, de la Cunard Line, dont les expériences des gaz ont été déjà des plus intéressantes. « Le *Lucania* avait quitté New-York, à destination de Queenstown, le samedi, trois heures avant le *Kaiser-Wilhelm-der-Grosse*. A hauteur de Hook, lorsque le *Lucania* eut soixante milles d'avance, le contact des appareils fut établi et les transmissions durèrent toute la nuit. Au lever du soleil, le dimanche, les paquebots étaient en

vue et, à deux heures de l'après-midi, le *Kaiser-Wilhelm-der-Grosse*, beaucoup plus rapide, laissait le *Lucania* à quarante milles de distance au sud. A ce moment, douze télégrammes furent envoyées par les passagers du *Lucania* au paquebot allemand pour être transmis plus tard, par la station de Lizard, aux destinataires résidant en Angleterre. La nuit venue, les feux des deux bateaux étaient invisibles par suite de leur éloignement; mais les communications ne furent pas interrompues. Le lundi, à midi, la position des paquebots s'était encore modifiée. Vers le soir, à hauteur des bancs de Terre-Neuve, le *Kaiser-Wilhelm-der-Grosse* entrait dans une brume épaisse, mais il en sortait peu de temps après. Aussitôt, le télégraphiste expédiait le télégramme suivant au *Lucania,* très loin en arrière : « Vingt-cinq milles à l'est de banquises. Temps clair. » Le *Lucania* accusait immédiatement réception en disant : « Merci. Suis encore en pleine brume. » Les bateaux étaient alors à soixante milles l'un de l'autre. Pendant la nuit, le tictac de l'appareil du paquebot allemand devint de plus en plus faible, et, lorsqu'il fut à quatre-vingt-cinq milles du paquebot anglais, il cessa. Au voyage suivant, le *Kaiser-Wilhelm-der-Grosse* passait en plein Océan, hors de vue de son similaire, le *Kronprinz-Wilhelm*, appartenant à la même compagnie ; les passagers purent échanger, à quarante mille de distance, de nombreux télégrammes. Une autre fois, le *Kaiser-Wilhelm-der Grosse* était en vue du bateau-phare de Nantucket, dont le feu tournant était dérangé et remplacé par deux feux rouges fixes ; l'officier de quart, ne reconnaissant pas les caractéristiqnes du phare, prévint le commandant Hœgemann, qui donna l'ordre au télégraphiste de lancer le télégramme suivant : « Avez-vous deux lumières rouges fixes ? » à quoi Nantucket

répondit de suite : « Oui. Le système d'éclairage réglementaire est cassé. » L'importance de cette communication n'échappera à personne. R. Lestonnat (*Le Matin*). »

### Téléphonie sans fil, par la terre.

« En m'inspirant, dit M. E. Ducretet (Comptes rendus de l'Académie des Sciences), des expériences réalisées en 1876 par Bourbouze, et tout en poursuivant mes travaux sur la télégraphie sans fil, j'ai cherché à reproduire la parole dans un téléphone ordinaire, en me servant de la terre comme conducteur unique. Les premiers résultats obtenus donnent un certain intérêt à ces expériences. Le *transmetteur* comprend une batterie de quelques éléments de piles ou d'accumulateurs reliés directement à un *microphone* et à *deux prises de terre*, d'une certaine surface, enfouies à $1^m$ 50 de la surface du sol ; ces prises de terre sont éloignées l'une de l'autre : quelques mètres de distance suffisent. Pour le *récepteur,* j'utilise un puits de carrière, de 18 mètres de profondeur, communiquant avec les catacombes ; l'orifice de ce puits se termine, à la surface du sol, par un tuyau en fonte de fer de 9 centimètres de diamètre et de 4 mètres de longueur. Un conducteur isolé, descendu dans ce puits vertical, amène une sphère métallique de 8 centimètres de diamètre au contact du *sol des Catacombes*. A la sortie du puits, ce conducteur est fixé à une des bornes d'un *téléphone ordinaire ;* l'autre borne est amenée au contact du tube de fonte, à la surface du sol. Les *prises de terre, ainsi faites en pleine terre*, sont séparées par un corps de bâtiment avec caves et d'épais murs. La couche de terre qui sépare les deux postes, transmetteur et récepteur, n'est donc pas d'épaisseur négligeable. Ces conditions d'installation peuvent varier

suivant les terrains utilisés à ces expériences de *téléphonie sans fil* et la distance qui sépare les postes ; la profondeur du puits n'est pas indispensable pour le succès de l'expérience ; mais, dans le cas actuel, cette grande profondeur donne un caractère intéressant aux résultats acquis : *les couches géologiques n'interviennent pas comme dans l'expérience de Bourbouze, avec courants telluriques faisant dévier l'aiguille d'un galvanomètre sensible.*

« Quand on parle devant la membrane du microphone, toutes les vibrations produites par la voix, même les plus faibles, donnent naissance à des augmentations et à des diminutions de pression sur les contacts microphoniques et, par suite, à des variations successives, de même ordre, de l'intensité du courant qui circule dans le *circuit microphonique et téléphonique fermé par la terre seule,* sans conducteur métallique entre les postes. Malgré les multiples variations des vibrations que donne la voix humaine sur la membrane du microphone, et la nature du milieu *terre* interposé entre les postes, *la parole est reproduite dans le téléphone, avec une netteté remarquable, sans l'intervention d'aucun de ces bruits parasites si gênants dans la téléphonie par fils conducteurs.* Le voisinage du courant continu ou alternatif des dynamos de mes ateliers ne trouble pas cette *réception par la terre.* L'explication est difficile à donner ; mais il est certain que la terre, dans cette expérience, filtre, en quelque sorte, le *courant d'aller et de retour* nécessaire au fonctionnement des appareils : ce courant se diffuse par des dérivations pouvant actionner un certain nombre de téléphones placés à des distances quelconques du transmetteur. Dans le poste de la rue Claude-Bernard, ces courants peuvent actionner un *relais avec sonnerie d'appel.* Si l'on soulève la sphère

qui repose simplement sur le sol des catacombes, toute réception cesse : elle reprend dès que le contact de la sphère avec le sol est rétabli. *Ce sol est sec.* Cette démonstration est concluante. Ces expériences vont continuer à de plus grandes distances et en faisant varier les conditions d'installation des prises de terre. » (13 janvier 1902.)

## Appareils de démonstration pour la téléphonie sans fil. — Téléphonie sans fil au moyen d'une lampe à arc.

La reproduction du son peut être obtenue par la modification de forme subie par une flamme soumise à l'action des ondes sonores. Le photographophone inventé par M. Ruhmer est basé sur ce principe. Cet appareil, en cours de réalisation pratique actuellement, emploie comme agent intermédiaire la photographie dont la fonction consiste à enregistrer, en vue de l'ultérieure reproduction du son, la succession des transformations de la flamme. Une maison allemande vient de créer un appareil de démonstration dans lequel la reconstitution de la parole est obtenue directement, sans le concours d'aucun agent intermédiaire, l'appareil transmetteur étant en relation constante avec l'appareil récepteur ou synthétique. L'appareil transmetteur comprend un manomètre, à flamme de gaz, au moyen duquel les rayons lumineux émanant d'une flamme d'acétylène concentrés par une lentille condensatrice peuvent être modifiés dans leur intensité. L'agent modificateur est le tube parleur relié au manomètre auquel il fait parvenir les ondes sonores modificatrices de la flamme. Les différences d'intensité lumineuse ainsi produites sont assez accentuées pour modifier la conductibilité électrique de l'élément de sélénium intercalé dans le circuit du téléphone récepteur. On sait

que le sélénium présente une résistance plus ou moins grande au passage du courant électrique, suivant la puissance du faisceau lumineux qui le frappe. Il s'ensuit que les vibrations du diaphragme du téléphone récepteur seront réglées par la flamme analytique de l'appareil transmetteur et qu'elles se traduiront en vibrations acoustiques d'intensité égale, théoriquement, à l'amplitude des ondes sonores lancées au poste d'émission. L'appareil récepteur se compose, dans ses parties essentielles, d'un miroir concave, en argent, au foyer duquel est installé un élément de sélénium relié au système électrique qui comprend une batterie, un relai polarisé et un timbre ; enfin, les deux récepteurs téléphoniques. Pour réaliser l'expérience, les deux appareils sont mis face à face, à peu de distance l'un de l'autre ; le transmetteur est disposé de telle manière que les rayons parallèles envoyés par la lentille condensatrice soient reçus par le miroir concave du réflecteur et, par suite, réfléchis au foyer de ce miroir où ils se rencontrent sur l'élément de sélénium dont ils modifient continuellement la puissance de conductibilité électrique. Le relai sera actionné et agira à son tour sur le circuit sur lequel est placé le timbre ; on aura ainsi un signal avertisseur de la mise en fonction de l'appareil. La sonnerie se fera entendre tant que les rayons lumineux passant par la lentille et le miroir viendront tomber sur le sélénium et elle cessera dès que les récepteurs téléphoniques auront été décrochés de leurs supports. A ce moment, un contact à ressort isole la sonnerie et ferme le circuit dans lequel sont intercalés les récepteurs téléphoniques. C'est alors que se produit le phénomène de reconstitution de la parole et que l'on peut percevoir dans les récepteurs les mots prononcés dans le tube parleur de l'appareil expéditeur. Le circuit est coupé lorsqu'on accroche de

nouveau les récepteurs et, comme dans la téléphonie exclusivement électrique, l'appareil est prêt pour la transmission d'un nouveau message.

## Nouvelle Téléphonie sans fil.

La *Revue des Inventions illustrées* du 9 février 1902, sous la signature de M. Henri Farjas, publie le compte rendu d'expériences où nulle description d'appareils n'est donnée. Nous n'avons pas vu depuis de faits nouveaux, aussi donnons-nous, voulant être le plus complet possible, mais sous toutes réserves, le texte suivant : « Il est certain que, dans la téléphonie sans fil Maiche, la voix est très pure, sans aucun son métallique, avec toutes ses nuances et ses modulations. Or nos lecteurs savent déjà que le nombre des ondes électriques dont l'ensemble compose la voix peut varier de 10,000 à 50,000 par seconde. Pour obtenir une voix parfaite, il faut donc que ces ondes arrivent au poste de réception sans qu'il s'en perde aucune, et nous avons pu nous rendre compte que la constatation de ce fait causait une réelle émotion à ceux qui en étaient témoins la première fois. En présence de résultats aussi encourageants, j'ai cru devoir conseiller à M. Maiche, dont je suis les expériences depuis plus d'un an avec grand intérêt, de faire des essais à plus grande distance. Il accepta et S. A. S. le prince de Monaco ayant gracieusement mis à sa disposition son domaine de Marchais, M. Maiche put, les 16, 17 et 18 janvier dernier, procéder à des expériences sérieuses en présence du prince, avec le concours de son aide de camp, le baron Jean de Gail, et du baron Henri Hulot, qui avait bien voulu me remplacer pour l'installation des postes. Les résultats ont été les suivants : le 16, communication téléphonique et télégraphique à 1,500 mètres ; le 17, communication téléphonique et télégraphique à

3,500 mètres ; le 18, communication télégraphique à 7 kilomètres avec réception téléphonique. Bien que les appareils emportés par M. Maiche à Marchais n'aient pas été prévus pour des distances dépassant 1,500 mètres, et bien que l'énergie électrique employée (environ 7 volts et 1/20 d'ampère) ait été très faible, on aurait pu certainement, en prolongeant les expériences, atteindre 15 kilomètres. Ce dernier essai était inutile, la loi de propagation des ondes électriques trouvée par M. Maiche était vérifiée, et il ne restait plus qu'à revenir pour étudier et construire les appareils définitifs ; selon toutes probabilités, des communications régulières sans fil pourront être établies prochainement à 500 kilomètres et au delà.

Dans les câbles sous-marins qui servent à la transmission des dépêches, il se produit un phénomène appelé *condensation* et que les Anglais appellent *retardation*, ce phénomène qui retarde la transmission des dépêches est un obstacle à la transmission de la voix, à tel point que même sur une petite distance (40 kilomètres), comme entre Calais et Douvres, il a fallu construire un câble spécial pour pouvoir téléphoner. Or, M. Maiche a trouvé le moyen de vaincre la condensation et, après avoir fait des essais sur câbles artificiels, a tenté une expérience en juin 1901 sur 600 kilomètres de câbles sous-marins à l'usine de Calais. Les essais ont été faits sous le contrôle de M. Antzenberger, directeur de l'usine, et en présence de MM. Meyer, député, membre de la commission parlementaire des câbles sous-marins ; Villars, administrateur, et Depelley, directeur de la Compagnie des câbles français. Assistant moi-même à l'expérience, j'ai pu me rendre compte de la netteté de la conversation que nous échangions aux deux extrémités du câble, tandis qu'une transmission essayée quelques jours aupara-

vant avec les appareils ordinaires les plus perfectionnés, n'avait produit que des sons inintelligibles ainsi que constatation en a été donnée par écrit. Nous avons recommencé en août ces essais sur un câble sous-marin reliant la Belgique à l'Angleterre, grâce à l'amabilité des directeurs des services télégraphiques belge et anglais. Dans la lettre de M. Banneux, ingénieur en chef de l'administration des télégraphes belges, adressée à M. Maiche à la suite de ces expériences, nous relevons les phrases suivantes : « A votre demande, j'ai l'honneur de vous donner acte des expériences d'audition téléphonique qui ont été faites par application de votre système sur le câble télégraphique de Middelkerke à Ramsgate. Le 13 août dernier, une longue conversation a pu être tenue, dans des conditions satisfaisantes aux points de la vue de la force de la voix et de la netteté de l'articulation, entre les points d'atterrissement du câble tant par fil simple que par fil double. » Pour pousser la constatation plus loin, M. Maiche téléphonera prochainement à une distance de 1,000 kilomètres sur un câble anglais mis gracieusement à sa disposition par le directeur de la compagnie. Il va sans dire que le fait de téléphoner implique la possibilité de faire de la télégraphie extra rapide et il est facile de comprendre que si, par un câble sous-marin, on peut faire passer cinq fois plus de dépêches, les administrateurs et les actionnaires ne s'en plaindront pas. Le public non plus qui aura son service mieux fait et qui pourra entrevoir une réduction de prix. »

## Inconvénients de la Télégraphie sans fil.

La télégraphie sans fil existe à peine que déjà l'on en recherche tous les défauts, dont quelques-uns, comme l'absence de discrétion se retrouve avec le fil,

puisqu'il s'agirait de s'y brancher en pleine campagne pour en saisir les dépêches. Enfin citons pour la nouvelle découverte et d'après le capitaine Ferrié : 1° Elle exige des installations complexes, coûteuses et délicates ; 2° elle n'assure pas la sécurité des communications. Le second inconvénient est le plus grave, et la réalisation de la syntonie ne permet pas de l'éviter. Un observateur placé entre deux stations pourra toujours, s'il est muni d'un récepteur assez puissant, recueillir les communications échangées entre les deux stations, en outre, il pourra empêcher la réception des communications en envoyant des signaux énergiques dans une tonalité quelconque. Les influences parasites de l'électricité atmosphérique sont une géne considérable qui arrive même, en certaines saisons, à arrêter toute communication pendant une partie de la journée. L'insécurité des communications, en raison même des causes auxquelles elle est due, paraît malheureusement ne jamais pouvoir être évitée. Enfin le rendement télégraphique sera toujours très faible.

Il paraît donc, d'après M. Ferrié, qu'il faille se résigner à accepter la télégraphie sans fil, avec les inconvénients ci-dessus et tâcher d'en tirer le meilleur parti possible, en perfectionnant les appareils ntilisés et en cherchant à augmenter l'énergie employée à la transmission pour augmenter les distances de communications. Il est encore à craindre que, dans cette dernière voie, il n'y ait une limite assez proche, car il est certain que les appareils des compagnies concessionnaires et des Etats se troubleront les uns les autres, d'où il ne pourra résulter que des contestations et des réclamations. En conséquence, on peut dire que les applications de la télégraphie sans fil seront surtout limitées aux besoins de la marine de guerre, nous ajouterons pour l'Afrique, par-dessus les peuplades

insoumises ou les déserts et peut-être aussi, dans certains cas, à la marine marchande et enfin dans certaines nécessités militaires. Quant à l'administration des télégraphes, elle n'aura vraisemblablement aucun avantage à employer la télégraphie sans fil pour les communications privées, sauf dans quelques cas particuliers très rares.

Quoiqu'il en soit de la grande importance des progrès présents et futurs, quand il s'agit d'échanger des signaux entre les vaisseaux et la terre, il serait même contraire à la loi du progrès que l'un des deux systèmes refusât de coopérer avec l'autre. Le professeur Slaby ne croit pas non plus que la télégraphie sans fil constitue à l'avenir une source bien féconde de bénéfices pécuniaires puisque l'incertitude qui présidera aux conditions dans lesquelles fonctionnent tous les systèmes les empêchera de figurer parmi les méthodes régulières et universelles de communication, sur lesquelles peut compter le monde du commerce. Il est donc, d'après lui, tout à fait à souhaiter que la télégraphie sans fil ne soit pas envisagée exclusivement au point de vue commercial. En ce qui le concerne, l'élément commercial n'entre point dans ses calculs. Mais toutes ces affirmations nous paraissent prématurées, attendons l'avenir.

## Transmission électrique sans fil.

Après la télégraphie sans fil, voici qu'on aurait découvert la transmission, sans fil également, de l'énergie électrique appliquée à l'électricité. En effet, M. Armstrong, si l'on en croit la *Westminster Gazette,* aurait fait des essais sur une nouvelle lampe électrique qui a fourni de la lumière à une distance de 4 à 5 milles de la source d'électricité; M. Armstrong s'était servi de

la terre, qu'il considère comme grand réservoir d'électricité, en combinant ce courant de basse tension avec des décharges d'un haut potentiel. La batterie qu'il a employée n'était que de 8 volts et le courant inférieur à un ampère. Si cette découverte arrive à des résultats pratiques, elle amènera, évidemment, une révolution dans l'éclairage. La lumière dite de Tesla, annoncée par nous l'an dernier, n'a pas eu de confirmation cette année.

---

CHAPITRE IX

# L'ÉLECTRICITÉ ET LA GUERRE

**Sous-marins dirigeables. — Sous-marins américains. — L'électricité en ballon. — Canon électro-magnétique.**

---

## Sous-Marins dirigeables.

Les submersibles (voir l'*Année* de 1901) ont continué leurs essais ; l'emploi des accumulateurs, l'air comprimé, l'eau surchauffée donnent l'énergie voulue. — La télégraphie sans fils essayée par MM. Armstrong et Orling (Armorl, par abréviation) synchronise récepteur (le sous-marin) et transmetteurs ; le relais est électro-capillaire ; on ferait ainsi, à volonté, plonger ou remonter le sous-marin. Le récepteur et le transmetteur étant accordés à un degré déterminé, l'interception des dépêches devient impossible à moins que, par circonstance fortuite, un autre récepteur ne se trouve exacte-

ment au même degré. Une torpille spéciale le complète. Extérieurement, cet engin a toutes les apparences de la torpille Whitehead, mais en diffère par sa disposition intérieure; de $1^m,80$ de long, la partie antérieure est bourrée de coton-poudre ou de tout autre explosif, la section du milieu est occupée par le moteur à air comprimé et l'arrière contient l'appareil électrique directeur. Le gyroscope et tout son mécanisme compliqué se trouvent ainsi supprimés ce qui économise 17.500 francs, plus de la moitié du coût total de la torpille non dirigée par un gouvernail, mais par deux propulseurs. Le vaisseau directeur est muni ou non d'une petite roue de direction semblable à celle qui est utilisée pour le sous-marin. Selon que la roue est tournée vers la droite ou vers la gauche, on diminue ou on accroit la vitesse de l'une ou l'autre des hélices, si la vitesse de l'hélice de bâbord est ramenée à moitié de celle de tribord, la torpille se dirigera vers la gauche et *vice versa*. Les mouvements sont alternatifs, lorsque les deux hélices sont maintenues à la même vitesse, la progression s'effectue en ligne droite. Le moteur à air comprimé peut à volonté être arrêté, la torpille flottera alors entre deux eaux jusqu'à ce que survienne le moment opportun pour lui faire continuer sa marche en avant. On peut ramener la torpille à bord dans le cas où le but poursuivi serait hors d'atteinte; produire à distance la mise à feu d'une mine sans que la position de celle-ci puisse être décelée par les fils conducteurs.

On pourrait, sans doute, construire des sous-marins transatlantiques, non destinés à la guerre : aulieu de transporter les voyageurs sur la crête des flots avec de grands dangers, ils les feraient voyager en pleine eau, sans aucun risque et sans mal de mer, avec de superbes vitesses ?

## Sous-marins américains.

Le dernier modèle sous-marin se rapproche beaucoup du type auquel M. Holland a attaché son nom. En juin 1900, le Congrès autorisa la construction de six autres sous-marins dénommés par avance le *Grampus,* le *Pike,* l'*Adder,* le *Moccasin,* le *Porpoise* et le *Shark.* Les deux premiers ont été confiés à l'Union *Iron Works*, de San-Francisco, les quatre autres seront construits par le *Crescent Shipyard.* Le modèle définitif du *Holland*, a : longueur, 19$^{m}$ 20 ; diamètre, 3$^{m}$ 50, déplace pendant la submersion 120 tonnes. La puissance motrice est un moteur à pétrole de 160 chevaux, actionnant une hélice simple et capable de fournir, pour la navigation à la surface, une vitesse de 8 nœuds. Pendant la submersion, la force motrice est fournie par un moteur électrique de 70 chevaux, produisant une vitesse de 7 nœuds. La coque, circulaire dans sa section transversale, est divisée par deux cloisons étanches en trois compartiments séparés ; la cale a plusieurs chambres ; toutes les précautions étant prises pour localiser les avaries survenant à la coque qui pourraient compromettre la flottabilité du navire. Le compartiment antérieur renferme le tube lance-torpille, chargé avec des torpilles de 45 centimètres du type Whitehead et à embouchure placée à la pointe de proue, l'axe étant un peu incliné par rapport à l'axe du vaisseau. La bouche du tube est fermée par une porte étanche pouvant être relevée de l'intérieur. Dans le même compartiment se trouvent une série de récipients à air, une citerne pouvant contenir près de 4.000 litres de pétrole, un réservoir de compensation destiné à être rempli d'eau pour compenser la perte de poids résultant du lancement d'une torpille. Le com-

partiment central contient dans son double fond les principaux réservoirs à lest et un réservoir compensateur circulaire placé entre les deux batteries d'accumulateurs situés au-dessus du double fond et au-dessous de l'axe du navire et chargés à l'aide du moteur à pétrole actionnant le moteur électrique, qui joue alors le rôle d'une dynamo lorsque le bateau navigue à l'air libre. Au-dessus de ces batteries est le magasin des torpilles et des réservoirs à air destinés à assurer le renouvellement de l'atmosphère pendant les plongées. Le compartiment d'arrière est réservé à la machinerie; les quatre cylindres du moteur sont réglés de façon que les quatre temps du cycle d'explosion se répartissent également entre chacun d'eux, le premier, par exemple, étant à la période d'évacuation alors que les autres sont, respectivement, aux périodes d'apiration, de compression et d'explosion. L'engin est ainsi parfaitement équilibré et les vibrations, réduites au minimum. Toute saillie hors de la coque est supprimée et le minimum de résistance est réalisé pour la navigation à la surface. Le rayon d'action à la surface est d'environ 400 nœuds et les batteries d'accumulateurs sont d'une capacité suffisante pour assurer pendant quatre heures de submersion une vitesse de 7 nœuds. Les organes nécessaires sont installés pour actionner l'hélice directement par le moteur à pétrole ou pour la relier au moteur électrique. La submersion est rendue complète ou maintenue au moyen des réservoirs et des deux gouvernails horizontaux de la poupe. On assure l'approvisionnement d'air et la ventilation ; le contrôle automatique des gouvernails pour éviter les inclinaisons angulaires trop prononcées lors des plongées ou des remontées. Les essais du sous-marin *Holland*, sixième manière, ont été des plus satisfaisants.

— Une demande en construction de torpilleur élec-

trique vient également d'être introduite près du Sénat des Etats-Unis, le 27 janvier dernier, par M. Penrose. Ce bateau, du type *destroyer* ou torpilleur de haute mer, serait à propulsion électrique partielle avec plusieurs hélices. On se servirait en même temps de turbines à vapeur et de moteurs électriques. La vitesse serait de 40 nœuds. M. Penrose dispose d'un capital de 500.000 dollars ; cette affaire vient d'être renvoyée, pour examen, à une commission spéciale maritime.

— En Amérique encore, on vient de construire deux cuirassés et deux croiseurs protégés, avec sur chacun des premiers, huit groupes électrogènes d'une puissance totale de 800 kw ; et sur les croiseurs, quatre groupes de 100 kw chacun et quatre de 50 kw, ce qui donne un total de 600 kw pour chaque navire. Eclairage, transmission d'ordres, monte-charges, tourelles, ventilateurs, outillage accessoire, tout est actionné électriquement.

## L'électricité en ballon.

L'électricité peut intervenir pour diriger le télégraphie sans fil préconisée, mais non encore pratique, ou pour les signaux imaginés en Allemagne et auxquels on attribue dès à présent — bien à tort — un rôle très important à jouer dans les guerres et les sièges de l'avenir. Des ballons captifs sont reliés à la terre par un câble s'enroulant sur un treuil, où, toronnés avec ses autres filins, sont deux conducteurs électriques. Audessus de la nacelle se trouve installé un projecteur électrique qui permet d'éclairer, de fouiller, de reconnaître tous les points de l'horizon. De plus, l'aérostat rendu lumineux peut faire apparaître sur son équateur des signaux conventionnels combinés d'après l'alphabet Morse. Une photographie prise pendant les essais

d'un de ces ballons, a montré, écrit verticalement et en déchiffrant de bas en haut : ., .-, -.-, -.., -, -, (les virgules établissent la séparation) ce qui au clair voudrait dire E A H D T T ou bien si on lit ces signes verticaux de haut en bas (car si .- représente A,-. veut dire N et quand -.. vaut D..- signifie U) on trouve E N H U T T. La signification est réglée. Deux aéronautes planant dans les airs mais séparés par une grande distance, peuvent communiquer entre eux. S'il s'agit d'une ville assiégée, ils éclaireront : eux — sur qui l'on pourra tirer — et la ville !

### Canon électro-magnétique.

M. Birkeland, professeur de physique à l'Université de Christiana, procédant, dans son laboratoire, à diverses expériences électro-magnétiques, se servait d'un tube en acier entouré de fils de cuivre isolés ; près de l'ouverture du tube, se trouvait un bouchon de fer ; en faisant passer à travers le fil un fort courant électrique, le bouchon traversa le tube avec la rapidité de l'éclair et se projeta avec une grande force contre le mur. Cette expérience répétée donna toujours le même résultat.

---

## CHAPITRE X

# APPLICATIONS DIVERSES

**Théâtre et jouets. — Tunique protectrice. — Electro-typographe.**

---

L'*Electricité au théâtre*. — Au Châtelet, avec un petit accumulateur, capable d'alimenter 1/2 heure

dix lampes de deux volts, les danseuses volent illuminées. (La mode en Amérique fait de même pour les cravattes masculines et les fleurs des cheveux féminins). Une locomotive chauffée par des résistances Parvillée donne de la vraie vapeur. A l'Opéra, l'enclume de Siegfried est figurée par un court circuit quand l'épée frappe le fer.

Un *revolver-lanterne* (James) s'allume juste au moment de viser. — Dans la *pêche*, un grand nombre de lampes attirent les poissons. — Des *pièges* permettent d'électrocuter les souris qui mordent à un appât. — Un *électro-aimant* (J. L. Kreis) permet d'accrocher les instruments métalliques. — Un *zanzibar électrique* est formé de dés en sureau et de gélatine frottée au moment voulu.

L'*aimanto-solfège,* aux lignes aimantées reçoit par un aimant tous les signes musicaux (Ve Pupin). — Un *tramway* électrique constitue un autre jouet instructif. — Des lampes à incandescence à auto-régulation dans une *couveuse* en verre servent aux enfants nés avant terme (Fochier). — Ces lampes, sous une espèce de parapluie avec une intensité de 5000 bougies donnent des *photographies* très nettes. — A Washington, à la Chambre, des lampes de deux couleurs permettront un vote rapide, avec oui ou non.

**L'Electro-Typographe** des Hongrois Meray et Rozar, combinant leur machine à perforer avec une machine à écrire, en ont rendu la manipulation tellement simple, que tout dactylographe peut devenir facilement compositeur. La machine à fondre a des organes mobiles, très légers pour éviter les ébranlements que présentent les matrices devant le trou de coulée, et qui sont choisis par le jeu d'un appareil combinateur rappelant celui du télégraphe Baudot et employant de faibles courants électriques, qui sont envoyés dans ses

électro-aimants par le passage des trous de la bande dans un appareil lecteur. La bande perforée constitue un cliché peu coûteux, toujours prêt pour les réimpressions, et, grâce à la limitation judicieuse du nombre de ses perforations, on a pu réaliser un appareil télégraphique imité du Baudot, qui répète à distance la bande avec ses perforations; c'est la composition rendue possible à distance, ce qui permet à un journal de paraître à Paris et en province avec le même texte et à la même heure. — On annonce aussi d'Amérique une machine à écrire électrique.

**Tunique protectrice.** — Partant de ce point que l'électricité choisit toujours le meilleur conducteur, le professeur Artemieff fabrique un habillement en tissu de laiton très fin qui enveloppe le corps tout entier, la tête et les mains; au lieu de caoutchouc, un bon conducteur vaut donc mieux comme manteau protecteur. Ses expériences faites en petit furent très satisfaisantes et l'encouragèrent à leur donner plus d'importance. Elles furent effectuées dans les ateliers de Charlottenbourg de la maison Siemens et Halske devant une nombreuse assistance. Revêtu de sa tunique, il prit dans les mains les deux piles d'un circuit à très haute tension, établissant un court circuit par l'interposition de son tissu métallique. Il ne s'agissait pas, en l'occurrence, de l'expérience de Tesla avec des courants de grande fréquence, mais de courants alternatifs de basse fréquence. L'intensité du courant était de 200 ampères, et monta même jusqu'à 450 ampères; au cours de l'expérience, l'opérateur éprouva seulement une sensation de chaleur aux mains et à l'aisselle où la tunique était un peu défectueuse. (*Berliner Auzeiger,* 16 juillet.)

CHAPITRE XI

# ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE ET TERRESTRE

Electricité terrestre. — La lutte contre la grêle. — Direction du flux électrique des éclairs. — Fulguration et phénomènes. — Electricité des eaux minérales. — Moteur à marée. — Electro-culture.

## Electricité terrestre.

Dans la « télégraphie sans fil », les couches terrestres ou les océans serviraient de « fil d'aller » pour les signaux, alors que l'atmosphère servirait principalement de « fil de retour ». Il y a des zones, des couches terrestres particulièrement favorables à la propagation des ondes, par suite de la régularité et de la constance de leur état de vibration. Ces zones et ces couches, à un potentiel déterminé, peuvent être reliées par « un robinet » approprié avec des zones et des couches d'un potentiel différent, et donner un « courant électrique ».

Il en est pour l'Atmosphère comme pour le sol : la Terre, dans son mouvement de rotation qui en fait une sorte d'énorme *induit* de machine dynamo, tourne au milieu d'un énorme *inducteur* gazeux qui est *son atmosphère*.

M. Willot a donc pu indiquer la *télégraphie géolo-*

*gique*, par les couches terrestres équipotentielles, grâce à un transmetteur et un récepteur spéciaux placés aux deux extrémités. M. Willot a déterminé, d'*une façon effective,* dans le sol, de véritables *puits d'électricité,* pouvant jouer le rôle de *batterie d'accumulateurs électriques*. On a pu observer quelques-uns de ces puits, de ces *points de striction*, du potentiel terrestre, existant d'une façon indéniable. C'est bien là vraisemblablement qu'au moyen de *robinets électriques*, c'est-à-dire de machines électriques appropriées, on ira prochainement puiser l'énergie provenant des différences de potentiel provenant des divers recoupements de couches terrestres animées des vibrations spéciales à leur nature et à leur constitution.

L'*Annuaire du Bureau des Longitudes* donne chaque année les lignes d'*égale déclinaison*, en France, et les lignes d'*égale composante horizontale*. La distribution des éléments magnétiques, tels que les indique l'aiguille aimantée, n'est pas régulière à la surface de la France, comme on l'a longtemps admis. M. Moureaux, en 1884 et 1885, mit en évidence, dans différentes régions, des écarts singuliers paraissant dus à une cause physique, et qui démontrèrent la nécessité d'une étude détaillée, basée sur un réseau d'observations plus serré. Ce réseau a été, effectivement, constitué.

Actuellement le réseau magnétique de la France comprend 617 stations, et c'est grâce à elles que l'on peut dresser des cartes relatives à la déclinaison, à l'inclinaison et à la composante horizontale de l'intensité, aux données électriques enfin. Au recoupement des courbes se trouveront les *puits d'électricité,* les sources d'énergie existantes.

Le point de recoupement ne donne qu'une simple indication : on trouve ainsi *un centre* autour duquel

les recherches auraient intérêt à être effectuées. Il est évident que la détermination exacte, précise, demande des recherches d'inclinaison, de déclinaison et de composante horizontale, *locales*. Il faut rétablir *par points* sur le terrain, en tenant compte des difficultés et des particularités géologiques, la portion utile des courbes générales envisagées. Ainsi trouvera-t-on aussi des mines métalliques insoupçonnées. L'électricité deviendra une *baguette divinatoire*. Les courants telluriques qui ont une action néfaste, électrolytique sur le voisinage, conduites d'eau,... pourraient être canalisés et utilisés.

## La Lutte contre la Grêle.

M. Monti divise, au point de vue de la grêle, l'Italie en trois régions principales : « Padan », comprenant la vallée du Pô et certaines régions des Alpes, où les orages à grêle commencent entre la fin de février et mai pour finir vers novembre; région péninsulaire, où la grêle est de toutes les saisons, et région calabro-sicilienne, caractérisée par une absence à peu près complète de grêle durant les mois d'été. M. Monti, discutant le compte-rendu d'une averse de grêle sur le Stromboli, conclut : 1° que la chute de la grêle n'est pas empêchée par les détonations volcaniques; 2° que la grêle peut même se former dans des orages d'origine volcanique, contrairement à la théorie de Faye. Les deux tiers des gros orages de grêle qui ont été étudiés sont accompagnés de coups de tonnerre, et la fréquence du tonnerre avant et durant l'orage n'empêche pas la formation de gros grêlons. Au cours d'un orage à Campofreddo, près de Gênes, durant lequel la grêle fut abondante et formée de gros grêlons, le tonnerre était si violent que des vitres furent bri-

sées. D'après sir Narman Lockyer qui a comparé les fréquences de la plus grande intensité des orages magnétiques et des protubérances visibles dans chaque latitude solaire : les époques des orages classés *great* par Ellis et de la plus grande intensité chromosphérique près des pôles du soleil sont identiques; 2° que la courbe générale d'activité magnétique terrestre est à peu près la même que celle des protubérances observées près de l'équateur solaire.

En ses observations de 1880-87, au Collegio Romano et à Montecavo, station isolée près de Rome, à une altitude d'environ 1.000 mètres, M. V. Monti a enregistré 41 jours de grêle à Rome et 80 à Montecavo; les valeurs mensuelles montrent deux maximums en avril et en octobre, et deux minimums en juillet et décembre, en ce qui concerne l'excédent du nombre de jours de grêle à la station de montagne. D'autre part, il y a eu 176 orages avec tonnerre à Rome et 129 à Montecavo, ce qui paraît indiquer que la prédominance de la grêle à la station de montagne ne saurait être attribuée à une plus grande intensité d'électricité atmosphérique. La température moyenne mensuelle à Rome étant supérieure d'une dizaine de degrés à la température moyenne à Montecavo ; la fusion de la grêle, durant la traversée d'une couche d'air plus chaude, pourrait, dans une certaine mesure, expliquer la moindre quantité de grêle à la station inférieure.

— Depuis 1900, le Dr E. Vidal a lancé avec des succès répétés des fusées para-grêles. « ... Suivant, dit-il, que les nuages sont plus ou moins éloignés de leur point de formation, qu'ils sont plus ou moins denses, qu'ils sont poussés par un vent plus ou moins fort et que les terrains sont plus ou moins inclinés, les nuages chargés de grêle sont tantôt très élevés dans les airs et tantôt très bas, ce qui explique les échecs

subis dans certaines régions par le tir des canons; ces échecs auraient sans doute été évités, si l'on avait méthodiquement lutté contre les orages, et si l'on avait compris que les postes destinés à préserver une plaine fertile doivent souvent être échelonnés à quelques kilomètres plus loin, sur les flancs d'une montagne. Telle ne paraît pas avoir été, jusqu'à ce jour, la tactique suivie par les syndicats de défense contre la grêle, dont les batteries sont, en général, disposées simplement de façon à couvrir la plus grande surface possible... »

— M. Friedrich Stengel, en Styrie, a réussi avec le canon. La canonnade commence quand un orage se trouve à 2 ou 3 kilomètres; parfois une seule des sections tire, d'autres fois toutes coopèrent à l'action. Le feu est continué jusqu'à ce que le ciel redevienne clair, ou, si cela n'arrive pas, jusqu'à ce que le tonnerre et les éclairs cessent et qu'une pluie générale se produise. La station centrale de chaque section règle le moment où le tir commence et où il finit, ainsi que la rapidité des décharges.

— Depuis, M. Bianchi a remplacé la poudre ordinaire par l'acétylène. Un coup de canon chargé à poudre revient à trois centimes, tandis qu'avec l'acétylène la dépense est tout au plus de moitié. En outre, l'effet produit par ce gaz est cent fois plus fort que celui produit par la poudre. Avec 80 grammes de poudre noire, on obtiendrait environ 20 litres de gaz à 0° et sous la pression ordinaire. A la température de combustion, 2.700°, le gaz s'élève à environ 180 litres. Dans le canon à acétylène, on userait 150 litres de gaz tonnant (acétylène et air) par coup; à la température de combustion qui est de 3.000°, il se produit 1.640 litres. Le courant d'air produit étant en rapport avec le volume de gaz engendré à la température de

l'explosion, le courant formé par le canon à acétylène est donc de cinq fois supérieur à celui formé par les canons à charge de poudre. Ce canon se charge automatiquement et l'on peut en disposer des batteries sur une zone déterminée et réunies par un fil électrique et aboutissant à une station unique. Le gazogène et le gazomètre sont installés de façon à pouvoir fournir la charge de mille coups par canon. C'est à Padoue, au dernier Congrès international des associations de tir contre la grêle que ce canon a été exposé.

— Un chimiste de Winterthur, en Suisse, a proposé l'emploi de ballons remplis d'un mélange gazeux détonant qui pourrait s'enflammer à une hauteur convenable. On obtiendrait l'inflammation et l'explosion au moyen d'un petit allumoir automatique à chronomètre. De cette façon, il n'y aurait aucun point de contact entre l'explosif et l'opérateur; l'explosion pourrait se produire à des hauteurs diverses, selon les besoins; le ballon se chargerait et se lancerait d'un point quelconque, sans que les dispositifs fixes fussent nécessaires à cet effet. En plus des avantages que le nouveau système offrirait par rapport aux canons actuels, il faut, en outre, remarquer que la puissance explosive et, par conséquent, la zone de perturbation pourraient être étendues sans faire courir de plus grands risques à l'opérateur : c'est, du moins, ce que pense l'inventeur de Winterthur.

Un autre système destiné à prévenir la formation de la grêle et comportant l'emploi d'une sonnerie électrique a été proposé par M. G.-M. Slanoïévitch. Cet inventeur a observé que les décharges des canons aujourd'hui utilisés produisent uniquement des déplacements gazeux et, par suite, des ondulations aériennes, lesquelles, à leur tour, en troublant l'état moléculaire du nuage dangereux, empêchent la formation

des grêlons. Mais on a en outre remarqué que le projectile, même dans les cas les plus favorables, n'atteint jamais plus de 400 à 500 mètres de hauteur et que, par suite, dans le cas de nuées se trouvant plus haut, les décharges ne donnent pas de résultats ; tout au contraire, elles sont souvent inutiles. De plus, le déplacement gazeux produit va s'affaiblissant peu à peu et, quand il parvient jusqu'à la nuée, il n'a parfois plus l'énergie nécessaire pour produire des effets appréciables, surtout dans les cas d'ouragans ou de cyclones très violents. M. Slanoïévitch a donc pensé qu'il serait préférable de produire des vibrations au sein même du nuage ou tout à proximité — ce que l'on obtient, d'après lui, en attachant à un cerf-volant ou à un ballon captif une forte sonnerie, ou bien une sirène électrique. Les vibrations sonores, graves ou aiguës, produiraient dans les nuées des vibrations aériennes beaucoup plus intenses que celles occasionnées par les coups de feu, car ces vibrations n'ont encore rien perdu de leur intensité, étant donné que l'on place la sirène à une certaine hauteur que l'on peut faire varier à loisir, en faisant monter le ballon plus ou moins haut. Le ballon ou cerf-volant employé devrait communiquer avec la batterie électrique placée à terre au moyen d'un fil d'acier accompagné de deux fils isolés, en cuivre ou en aluminium. Le courant lancé sur le fil irait actionner la sonnerie. De plus, en donnant au ballon une force ascensionnelle suffisamment grande, on pourrait lui faire emporter la pile, en maintenant seulement la communication avec la terre, de manière à pouvoir fermer le circuit au moment opportun ; ce qui revient implicitement, mais de pratique différente, à sonner les cloches des églises, en cas d'orage, pour dégager l'atmosphère.

— D'après *Humanitarian,* des expériences de même

ordre, récemment faites dans les parages de Foukoushima, au Japon, sur la production artificielle de la pluie, auraient donné des résultats satisfaisants. Elles ont consisté à « envoyer un courant électrique » dans l'air, et ont commencé à onze heures du soir. Le temps est resté beau jusqu'à neuf heures du matin le lendemain, moment où des nuages ont commencé à se former ; *il a plu vingt-quatre heures après, à plusieurs reprises, sur une étendue importante qui n'avait pas reçu d'eau depuis un temps assez long* (?!). Cela est parfait, mais quelques détails précis sur le mode opératoire feraient bien mieux notre affaire.

## Direction du Flux électrique des Eclairs.

M. Tœpler examina toutes les traces d'éclair qu'il trouva à Dresde et au sud de Dresde, jusque dans la région fortement basaltique de Leitmeritz, en Bohême. Là où la foudre était tombée sur les rochers des montagnes, il remarqua que l'éclair avait léché la surface des rochers et s'était ensuite dispersé dans le sol humide. On peut suivre la trace en explorant la surface avec une aiguille aimantée; il observa parfois qu'à des endroits distants de un centimètre, l'aiguille aimantée variait de 180 degrés. On peut de chaque sens de la déviation, soit vers la roche, soit venant d'elle, conclure à la direction du flux électrique. Parmi 92 cas le plus exactement déterminés, 50 ont donné une déviation positive et 33 une déviation négative, c'est-à-dire que les cas pour lesquels on peut admettre une direction de la formation de l'éclair de la terre vers les nuages sont presque doubles de ceux des phénomènes inverses.

— La décharge de la foudre n'étant que le rétablissement d'un équilibre qui s'exécute par les voies les

plus faciles, l'éclair ne va jamais droit pour atterrir au sol, il saute d'un conducteur à un autre conducteur, *et suit le chemin de moindre résistance électrique.* Les parties d'un bâtiment de mauvaise conductibilité s'électriseront petit à petit, avant que l'éclair éclate, et naturellement seront les premières foudroyées; ces parties courent donc des dangers, dangers sensiblement plus grands pour une maison à murs très mouillés, et sensiblement moindres pour un immeuble où il n'entre que des pierres sèches et du bois sec : ces matériaux ne s'électrisent que très peu par influence, et partant ont moins de risques d'être atteints. Une maison élevée, mais où il n'entre que peu de matériaux métalliques, et construite sur un terrain élevé, mais sec, a beaucoup plus de chances d'être épargnée qu'une maison basse, mais humide, construite sur un sol également humide et avec des matériaux métalliques. Un immeuble est foudroyé sans danger en ménageant à la décharge le chemin *extérieur* de moindre résistance entre le sol et le toit, ce qui sera relativement facile si l'on veut bien utiliser toutes les parties *extérieures* métalliques, chêneaux, descentes d'eaux, couvertures métalliques, gouttières, etc., tous objets *électriquement utilisables* qui devront, cela va sans dire, être très soigneusement reliés au sol par un conducteur quelconque qui s'y enfonce dans une certaine profondeur. C'est pourquoi les trains métalliques sur rails n'ont pas d'accidents, alors qu'un piéton, un cavalier, un bicycliste peuvent être foudroyés.

## Fulguration et Phénomènes.

M. F. Pockels (*Physikalische Zeitschrift*) a constaté la magnétisation de tiges de basalte exposées à l'action inductive de l'éclair. Ces tiges étaient montées

près du conducteur du paratonnerre de l'observatoire de Monte-Cimone. L'une fut installée en septembre 1900 et ne put être enlevée avant le 3 juin de l'année 1901, à cause de la neige. La magnétisation indiquait une intensité maximum de courant de 5.600 ampères dans la décharge électrostatique, mais comme la date du phénomène est inconnue et qu'une grande partie de l'effet magnétisant s'est évanouie, le chiffre ne représente qu'une limite inférieure ; deux autres tiges, récemment influencées par l'éclair à des dates enregistrées, accusent des degrés de magnétisation indiquant des intensités de courant de 5.000 à 3.600 ampères respectivement. Comme elles étaient attachées aux deux branches du conducteur de terre, respectivement, on peut supposer que l'intensité totale du courant a atteint 8.600 ampères. D'autres tiges furent exposées au mois d'août, un certain nombre ne décelèrent aucune trace de magnétisation, l'auteur estime qu'il y eut des décharges oscillatoires comme dans un condensateur statique. (L'auteur ne dit pas si des observations personnelles de l'éclair ont été simultanément enregistrées.

— Quant aux *accidents de personnes* par la foudre, nous les exposons plus loin.

## Electricité des Eaux minérales.

« Parmi les variations des eaux minérales, il en est de périodiques. Toutes choses égales d'ailleurs, les eaux des bains hyperthermaux m'ont paru plus chaudes au moment du lever du soleil. Je dis cela surtout d'après l'observation des malades, et je me demande, dans ce cas, si la sensation calorifique éprouvée par les malades ne serait pas due à un état électrique de l'eau. Cet état électrique n'est pas douteux. Il y a

longtemps qu'on l'a mentionné, et, lors du Congrès international d'hydrologie de Clermont, un savant russe fit devant nous des expériences très concluantes. J'assistais aux expériences : le maximum d'électricité fut observé au n° 6 de la galerie Pasteur, puis à la source Bardou et au n° 3 du Pavillon. Venaient ensuite la source César, la source Madeleine, le n° 5 de la galerie Pasteur. Cependant, je me rappelle l'observation du savant russe, que l'électricité ne variait pas dans les sources comme la température. J'ajoute que j'ai vu, nombre de fois, depuis vingt-deux ans, les malades refuser d'entrer dans les bains hyperthermaux, sous prétexte qu'ils étaient trop chauds, qu'on *les avait trop chauffés* (*!*). On avait beau dire aux malades que l'eau sortait ainsi du sol, sans être chauffée, peine perdue auprès de quelques-uns. Comme vous pensez, je m'empressais de prendre la température pour voir si vraiment les eaux étaient plus chaudes et pourquoi elles étaient insupportables. J'ai constaté que, dans ces cas, jamais la température n'a dépassé un degré sur la température ordinaire des eaux. Le grand Bertrand avait bien signalé ce fait et montré les rapports de la température extérieure, du temps orageux avec cette apparence calorique anormale des eaux. Il s'agit évidemment là d'un état électrique spécial, de courant magnétique ou autre, que l'on expliquera quelque jour. » (Dr A. Tardieu, *Gazette des Eaux.*)

— M. Labatut, au Congrès d'hydrologie de Grenoble, montre que dans certains traitements médicaux où la vapeur d'eau et l'eau elle-même sont pulvérisées sous pression, à la sortie d'ajutages, cette pulvérisation s'accompagne d'une faible production d'électricité qui traverse le corps du sujet et peut être mise en évidence, soit par un galvanomètre un peu sensible, soit

par l'électromètre à cadrans. L'ionisation qui résulte de ces courants explique les différences thérapeutiques que l'on constate entre une pulvérisation par la vapeur et un gargarisme fait avec la même solution, et aussi la différence entre le traitement par douche ou jet de lance et le bain donné avec la même eau. On peut modifier artificiellement cet état électrique, en communication avec l'un ou l'autre des pôles d'une pile de voltage convenable, le pôle inusité étant mis au sol; le sujet étant en bonne communication avec le sol.

Dans le cas de pulvérisations par la vapeur, des ions positifs pénètrent par les tissus au point frappé. Le courant est de l'ordre de un dixième de milli-ampère (Galvanomètre Deprez d'Arsonval). Le voltage entre le point frappé et l'ajutage est de 3 à 4 volts.

## Moteur à marées.

A Santa Cruz (Californie), on a creusé dans les falaises que battent violemment les vagues et au-dessous de la plus basse mer deux puits parallèles; un flotteur peut dans l'un lancer l'eau dans la pompe du second. Quand, donc, la vague vient à soulever le flotteur, le contrepoids attire la poutre formant levier de pompe et entraîne le piston aspirant; quand le flotteur retombe, le piston refoule l'eau dans un réservoir disposé sur la falaise, et d'où l'eau passe dans des canalisations convenables. Les mouvements d'oscillation de la poutre sont rendus d'autant plus faciles que le bout libre de cette poutre roule sur une petite voie ferrée par l'intermédiaire de deux roues en fer. Tout est rustique dans cette installation : le contrepoids est constitué par un tonneau partiellement plein d'eau, et quand on veut arrêter le moteur, on le remplit com-

plètement, ce qui soulève le flotteur et le met hors de la portée des vagues. On pourrait évidemment utiliser l'eau pour produire de l'électricité.

## Electro-culture.

La lutte contre la grêle, la détermination de l'électricité des plantes ou l'électro-chimie atmosphérique rentrent dans l'électro-culture (Exp. de Vidal, Heber...)

*Conductibilité électrique de la sève des plantes.* — Un naturaliste anglais, M. Forest Heald, a mesuré, par des méthodes judicieuses, la conductivité de la sève. Celle-ci a été exprimée des feuilles, des tiges, des racines de diverses plantes et soumise à l'expérience. Il en résulte, d'après le *Naturwissenschaft Rundschau*, que la sève est un corps assez bon conducteur de l'électricité et que sa conductibilité gît en grande partie dans les matières minérales dissoutes, tandis que les éléments organiques jouent un faible rôle. La conductivité spécifique de la sève extraite des racines des plantes est toujours considérablement inférieure à celle de la sève obtenue des parties aériennes des végétaux. En général, elle croît à partir de la racine. Dans la plupart des cas, la conductibilité spécifique est approximativement la mesure de la teneur relative en cendres des différentes parties de la plante.

*Composés artificiels de l'azote.* — L'Atmospheric Product C° installe, aux chutes du Niagara, une usine de fabrication de ces produits obtenus par les procédés électriques. Une installation servant aux expériences est depuis quelque temps en fonctionnement ; elle a été visitée par lord Kelvin au cours de son récent voyage aux Etats-Unis. Le protoxyde d'azote est formé par la combinaison de l'azote et de l'oxygène pris dans l'atmosphère ; des étincelles électriques à haut poten-

tiel constituent le moyen employé à cet effet. L'acide azotique et les nitrates sont obtenus à l'aide de ce gaz par réaction directe avec l'eau ou d'autres substances.

---

CHAPITRE XII

# ACCIDENTS ET HYGIÈNE ÉLECTRIQUES

**Les isolants. — Protection des fils électriques aériens. — Précautions dans la fabrication des accumulateurs. — Sinistres électriques divers. — Physiologie des accidents.**

## Les isolants.

Les principales familles botaniques qui donnent le *caoutchouc* sont les euphorbiacées, les morées, les artocarpées, les apocinées. La production du caoutchouc dépasse dans le monde entier 42 millions de kilos, et cette quantité est presque totalement fournie par des végétaux poussant librement dans les bois. Le Brésil, à lui seul, s'inscrit sur les 42 millions de la production mondiale pour 23 millions, et non seulement il détient le record comme quantité, mais aussi comme qualité. Ce caoutchouc est du caoutchouc d'euphorbiacées, du genre Hevea, H. lutea, H. discolor, H. rigidifolia, H. brasiliensis, H. ternata, H. pauciflora, etc. La fa-

veur dont jouit universellement le caoutchouc du Brésil ne tient pas tant à la supériorité du latex des Hevea sur celui du Castilloa, mais surtout à la manière dont se fait la récolte et aux procédés employés pour conserver intactes toutes les propriétés du produit et le mettre à l'abri d'actions secondaires qui se manifestent si facilement dans les autres produits commerciaux. Plus économes que les naturels d'Afrique, du Congo où des plantations énormes viennent d'être faites, en Egypte où l'on vient d'en signaler, les Brésiliens se gardent bien de détruire les végétaux producteurs, ils se contentent d'incisions faites à intervalles réguliers. Dans la province de Para qui donne la première marque, la main-d'œuvre est fort rare et fort élevée, les naturels redoutent et à juste titre les dangers des forêts marécageuses, humides et malsaines où pousse la liane précieuse.

Malheureusement, dans bien des provinces, entre autres Rio de Janeiro, Espirito Santo, Rio Grande del Norte, Sergipe, et même Para, où l'on trouve une énorme quantité de manicobas, la récolte est laissée à l'initiative de chacun et n'est nullement réglementée ; on exploite à tour de bras sans méthode, sans nul souci d'augmentation de rendement et d'amélioration de culture. Dans la province de Para pourtant, le 20 mars 1896, une loi établit une prime de 1,000,000 de reis alloués par lot de 2,000 seringueiras plantés méthodiquement, à la condition toutefois que le planteur soit propriétaire ou tout au moins locataire de son terrain de culture.

Pour opérer la récolte, on pratique une entaille horizontale dans le tronc, à peu de distance de la base, puis on en fait une autre verticale plus longue que la première et qui vient la rejoindre. Lorsque ces deux entailles sont creusées, on en pratique d'autres à droite

et à gauche de la verticale, parallèles entre elles et obliquant vers le bas, de façon à amener le latex qui s'échappe par toutes ces coupures dans l'entaille horizontale préparée en premier lieu, d'où on le recueille dans des écuelles en terre ou en bois. On comprime même quelquefois le tronc avec des cordages faits de liane dans le but d'activer l'écoulement du latex. Ce suc, d'abord blanc et opaque comme de la crème, s'épaissit peu à peu. On y trempe des moules d'argile qui se recouvrent d'une couche mince, que l'on fait sécher à la fumée d'un feu alimenté de bois vert ou de fruits de palmier; quand cette première couche est desséchée, on recommence à tremper l'objet dans le latex ; on le fait sécher comme la première fois et l'on continue à opérer ainsi jusqu'à ce que le nombre des couches superposées ait atteint l'épaisseur voulue; puis on brise le moule d'argile qu'on retire en fragments par une ouverture ménagée à cet effet. On peut encore employer un moule en bois ayant la forme des battoirs de blanchisseuses, avec un manche assez long pour faciliter le travail de l'ouvrier, quand il faut exposer les couches de caoutchouc à l'action de la fumée. Le moule en bois est retiré en pratiquant une fente dans le pain de caoutchouc sur un des côtés. Obtenu par ce procédé, le caoutchouc ne peut renfermer qu'une très faible proportion d'eau et de corps étrangers. Un ouvrier peut servir une centaine d'arbres suffisamment rapprochés et livrer de 4 à 800 kilos de gomme.

— Les Guttiers peuvent fournir la gutta-percha de leurs feuilles par l'éther de pétrole, le sulfure de carbone, la benzine, et par suite vivre indéfiniment. Un explorateur, M. A. Combanaire, en a planté en Cochinchine, en Annam, même au jardin colonial de Nogent-sur-Marne, si ces arbrent s'acclimatent, on ne sera pas prêt de manquer d'isolant.

*Caoutchouc artificiel.* — M. Corner prend la fibre de ramie qu'il mélange au latex de l'*abornamortana brassa*, ou encore la *tabernaemontana crassa,* dont le suc est importé de Chine, sous le nom de Bornéo mort.

Au préalable, on desséche la fibre pour enlever l'huile et les produits volatils qu'ele contient, elle est mélangée au latex de l'abornamortana brassa suivant des proportions déterminées. Des cylindres chauffés à 50° C. broient et mixturent ces deux substances jusqu'à mélange intime ; on chauffe ce mélange dans un four dont on élève successivement la température de 150 à 175 et 205° centigrades. Refroidie, cette masse, tout en gardant la contexture fibreuse de ses composants, a perdu sa résistance textile ; cette contexture fibreuse aide du reste à un nouveau travail qu'elle subit sous des cylindres malaxeurs qui en font un tout homogène. Pendant la durée du traitement par les malaxeurs, on introduit dans la masse du borate de magnésie, du soufre, du permanganate de potasse (toutes substances oxygénées), dans la proportion d'environ 5 à 10 0/0 ; on peut aussi utiliser comme produit assouplissant du balata en proportion de 10 0/0. Le balata n'est autre chose que le *meniusops balata*, un bel arbre de la Guyane qui fournit une gutta.

Le magma abandonné à lui-même pendant 40 heures en moyenne subit ce que l'on nomme la *digestion synthétique*, puis on l'introduit dans un récipient *ad hoc* et on le soumet à la chaleur de la vapeur à une pression de 3 kilos par centimètre carré, que l'on maintient 2 heures et qu'on laisse lentement tomber à zéro, avant d'enlever le produit que l'on abandonne au refroidissement. Ce serait là le produit similaire du caoutchouc, le résultat le plus parfait jusqu'à ce jour de la synthèse du caoutchouc.

— La sève d'un arbre, dit le Greasewood, croissant en abondance dans les Montagnes Rocheuses, serait isolante : On enlève d'abord l'écorce de l'arbre et on presse la masse entre deux cylindres, puis on introduit la pâte de bois dans une cuve où on la traite par le bisulfure de carbone, en maintenant une température toujours égale et assez élevée. Ensuite on recueille le liquide qui se dépose au fond de la cuve. Ce liquide, en s'évaporant sous l'action de la chaleur, laisse une masse brune que l'on fait passer sous le laminoir. Le caoutchouc ainsi obtenu a une odeur balsamique agréable ; il réunit, assure-t-on, toutes les qualités du caoutchouc indien.

— M. Rickmann, de Kalk, près de Cologne, traite les déchets de caoutchouc : On les chauffe, préalablement broyés avec de l'huile de lin, jusqu'à ce qu'ils soient dissous. Puis, on traite la masse plastique ainsi obtenue par du chlorure de soufre et du soufre, et l'on obtient un caoutchouc régénéré ou factice.

— M. Adolf Geutzsch, dans des récipients appropriés, fait chauffer, directement ou indirectement, à une température de 100 à 200° centigrades, des résines, de l'asphalte, des goudrons ou des brais, soit seuls, soit mélangés entre eux ; à cette température, les matières deviennent liquides. On fait arriver ensuite, dans la masse chauffée, de l'eau seule ou additionnée d'une ou de plusieurs des substances mentionnées en ayant soin de ne pas faire tomber la température au-dessous de 100° centigrades. La masse devient alors visqueuse ; lorsqu'elle a atteint le degré voulu de viscosité, on mélange les résines ou l'asphalte, ou les goudrons, ou les brais ainsi traités, soit seuls, soit mélangés entre eux, ou encore avec des cires qui ont été traitées de la même façon, avec du caoutchouc et, s'il y a lieu, avec des huiles, et cela à une température d'abord modérée

que l'on élève ensuite lentement; en même temps, on malaxe la masse d'une manière intime, de préférence dans des malaxeurs capables d'être chauffés.

— *L'uralite* est une matière incombustible et non conductrice. C'est une sorte de planche en fibre d'asbeste dont les interstices sont remplis de craie. La masse est alors cimentée au moyen de silice gélatineuse, et lorsqu'elle arrive à l'état de siccité, elle devient complètement homogène et absolument réfractaire. C'est une substance mauvaise conductrice de la chaleur et aussi de l'électricité. Elle n'est pas affectée par l'action de l'eau chaude ou froide, par les agents atmosphériques, ni par celle des gaz qui détruisent le fer galvanisé. Elle peut se tailler au ciseau ou à la scie, recevoir une couche de peinture, est susceptible d'un beau poli, se coller comme du bois, être employée sous forme de placage. Elle ne se fend pas lorsqu'on y enfonce des clous, l'humidité, les grands changements de température n'ont point sur elle d'influence, elle peut être imprégnée de toutes sortes de couleurs. Voici une expérience faite sur un échantillon de cette matière : plongé dans un mélange réfrigérant à 75 degrés en dessous du point de congélation, le fragment, après être resté peu de temps exposé à cette température, fut immédiatement immergé dans de l'eau bouillante sans que ses propriétés en soient altérées par ce traitement.

— Une autre matière qui serait d'un prix de revient fort minime et se prêterait sans aucune difficulté à toutes les manipulations, consiste en un mélange de caséine pulvérisée et d'huiles végétales. Ce mélange, auquel on peut encore ajouter de la gomme, de la résine ou des corps colorants, est pressé dans des moules et séché; on peut en outre le vulcaniser. Son

principal mérite consisterait dans sa fabrication facile et peu coûteuse.

— Les *déchets de poissons* fournissent une huile qui, soumise à la presse hydraulique, donne des bâtis de dynamos, de tableaux... et qui peut encore fournir un caoutchouc artificiel; en effet, traitée par l'ozone, elle se transforme en un corps extrêmement dur, qui réunit au plus haut degré toutes les propriétés du caoutchouc, et particulièrement les qualités isolantes de ce dernier.

— *Le Minium, isolant électrique. (Farben Zeitung).* On constata en 1894, en démolissant le bâtiment du télégraphe de Brême, qu'une poutrelle métallique enduite de minium depuis dix-huit ans était parfaitement isolée; un galvanomètre sensible traversé par un courant au potentiel de 150 volts ne décelait aucune perte de courant. Cette constatation provoqua des recherches expérimentales; on a composé une substance avec des fibres de qualité très inférieure enveloppées de minium, isolante, très résistante aux agents atmosphériques. Le minium mélangé à l'huile de lin, encore liquide, ne possède pas un grand pouvoir isolant, mais à la suite de l'oxydation à l'air des deux substances, il résulte une espèce de matière gommeuse présentant une résistance d'isolement égale à au moins 100.000 mégohms par centimètre cube. L'imprégnation des fibres détermine en elles l'abandon de leur propriété hygroscopique, sans que du reste elles puissent être ultérieurement affectées par la chaleur, le froid ou l'humidité. On a fait des expériences comparatives avec deux fils de cuivre de 1 mm. 5 de diamètre, l'un restant nu, l'autre ayant été recouvert de minium, qu'on a suspendus dans une atmosphère chargée de vapeurs d'acide chlorhydrique. Après un mois, le fil nu était complètement corrodé, l'autre a pu être maintenu encore pendant six mois dans le même milieu

sans avoir subi d'atteinte. Les industries électro-chimiques tireront assurément avantage de ces indications ayant trait au minium de plomb. Les qualités de ce corps seront également utilisées à rompre la continuité métallique des conduites de gaz dans les immeubles par application du minium à l'endroit des joints, localisant ainsi la contingence des accidents à la suite d'un contact accidentel d'un fil conducteur avec les tuyaux de gaz.

— La *rusolite*, vernis isolant de MM. Tristhauer et Cie de Vienne, est un mauvais conducteur de la chaleur; supportant une température de 325° C; une fois séché, flexible et insoluble en présence de tous les agents chimiques, il s'applique facilement sur toutes sortes de corps; il ne se gerce pas; enfin il donne une belle enveloppe brillante, ayant l'aspect de l'émail. La résistance du rusolite à la chaleur a une importance toute particulière, car, au cas de surcharge des machines électriques et surtout au cas d'un échauffement assez fort, la présence de ce vernis supprime les risques que court l'isolement. Le pouvoir isolant du rusolite est énorme. Des expériences, faites au musée industriel technologique de Vienne, ont démontré, d'après l'*Electricien* (*G.*) qu'une couche de rusolite de 0,006 m/m d'épaisseur ne fond que sous l'action d'un courant alternatif de 5.300 à 6.200 volts, et qu'une feuille de papier enduite du même vernis résiste au courant alternatif jusqu'à une tension de 4.000 à 5.100 volts.

— L'*Hydrogène pur* serait un isolant et non un conducteur de l'électricité, au dire de M. Trowbridge, et la décharge électrique ne saurait traverser une atmosphère d'hydrogène pur ni même une atmosphère d'aucun autre gaz ; l'étincelle n'est transmise d'ordinaire que par les sons qui résultent de la décomposition des traces d'eau.

— *Pour réparer une boîte en celluloïd*, comme celles entourant de petits accumulateurs, gaîne qui parfois se décolle et fuit, il faut préparer une colle à base de celluloïd : Prendre des rognures de celluloïd et les dissoudre (jusqu'à ce qu'on obtienne une consistance de sirop) soit dans de l'acide acétique, soit dans du collodion, soit même dans un mélange à parties égales d'alcool pur et d'éther, soit enfin et mieux dans de l'acétone du commerce. Etendre cette colle avec un pinceau sur les deux parties à réunir (très soigneusement nettoyées), et les maintenir solidement serrées pendant une heure. Elles seront ainsi rendues indécollables.

## Protection des fils électriques aériens.

Les fils télégraphiques et téléphoniqnes sont destinés à livrer passage à des courants très faibles. S'ils se cassent et viennent à tomber sur les fils aériens de tramways, conducteurs de courants à forte tension sous la forme la plus économique, il en résulte des perturbations fort graves dans les appareils des postes télégraphiques et téléphoniques, voire des incendies, des secousses parfois mortelles pour les employés. La rupture d'un fil de trolley donne un contact qui est le plus souvent mortel pour les hommes et les animaux ; tant que le courant y passe, on ne doit le toucher qu'avec des gants en caoutchouc ; lorsque les fils de trolley ne sont pas les seuls à régner au-dessus du sol, le danger précédent se complique de celui que peut créer la chute d'un autre fil quelconque venant en contact avec le fil du trolley. Pour éviter qu'un fil brisé puisse entrer en contact avec un fil de tramway électrique : on établit au-dessus du fil du trolley et sur toute sa longueur une sorte de petit toit protecteur



en bois, soutenu de distance en distance par des cavaliers en bronze soudés au fil qu'il s'agit de protéger ou l'on soutient le bois protecteur par des pinces en acier embrassant d'une part le fil du trolley, et d'autre part la partie inférieure du bois ; malheureusement les fils du télégraphe et surtout ceux du téléphone qui sont fort nombreux et dont la chute est par suite la plus à redouter, sont de faible diamètre et en tombant ils forment des spires dont l'une peut parfaitement venir toucher le dessous du fil du trolley, si bien coiffé qu'il soit de la bande de bois protectrice. On peut encore disposer, entre le fil du trolley et ceux qu'on craint de voir tomber dessus, un réseau de fils parallèles au premier ; il faut deux fils protecteurs pour un fil protégé, ou pour deux de ces fils s'ils ne sont pas distants de plus de 30 centimètres ; il faut trois fils protecteurs pour deux fils de trolley distants de 30 centimètres à 90 centimètres ; enfin il en faut quatre si les fils de trolley sont espacés de plus de 90 centimètres ; de là un effet inesthétique bien marqué. La première idée avait été d'isoler les fils protecteurs, mais, en raison de la tendance qu'ont les fils téléphoniques à décrire des spires en tombant, on a obtenu un fort mauvais résultat ; le courant en effet ne pouvait passer que dans la portion du fil pendante vers la terre et cela créait un grave danger pour les êtres vivants que ce fil pouvait toucher. Il paraît bien préférable de mettre les fils protecteurs en communication avec la terre ; de cette manière, il y a toute chance pour que le morceau du fil qui établit le contact fonde sous l'action du courant très intense qui le parcourt, et que le bout qui pend vers le sol y tombe, devenu tout à fait inoffensif.

Il faut encore considérer le cas où les fils protecteurs tombent sur le fil du trolley. Celui-ci partage son cou-

rant avec le fil protecteur, et si ce dernier est relié à la terre, la plus grande partie du courant y passe.

De là, de graves accidents, ou des interruptions fort gênantes dans le service risquent de se produire toutes les fois que d'autres fils que ceux des trolleys suivent la même direction que ces derniers ou les croisent. Le meilleur moyen de supprimer ces inconvénients est de n'avoir point de fils aériens. C'est la solution qui a prévalu à Paris, où tous les conducteurs télégraphiques et téléphoniques ainsi que ceux de la lumière et de la force motrice sont souterrains; mais elle n'est pas toujours applicable en raison des dépenses qu'elle entraîne. La Compagnie nationale des Téléphones a adopté à Glascow un système différent, la ville lui ayant refusé l'autorisation d'ouvrir dans les rues des tranchées pour y enterrer ses fils. Au lieu de laisser indépendants les uns des autres ses multiples conducteurs, elle les a réunis par séries de cent : chaque fil est isolé par du papier de ses voisins, puis l'ensemble des cent conducteurs est habillé de toile et de caoutchouc vulcanisé et forme ainsi un câble beaucoup plus solide que ne l'est individuellement chacun de ses éléments; il y a donc peu de chances qu'ils se brisent et même s'ils venaient à tomber, comme ils sont parfaitement isolés, ils ne créeraient pas de contact malencontreux.

Il faut donc, autant qu'on le peut, éviter que des fils électriques aériens passent au-dessus des conducteurs des trolleys, établir les fils, quand c'est possible, sous terre, et, lorsqu'on doit les maintenir aériens, les grouper de manière à constituer des câbles faciles à isoler. Il ne restera plus alors qu'un danger à craindre, celui de la chute du conducteur même qui alimente le trolley. On ne pourrait le supprimer qu'en changeant le mode d'installation de la ligne, et on peut le rendre

pratiquement illusoire en donnant au conducteur une résistance suffisante. (P. CRÉPY.) (1).

— La condensation de la vapeur d'eau à la surface des isolateurs en verre ou en porcelaine rend souvent l'isolement aérien précaire. M. A. Sinding Larsen, ingénieur norvégien, propose de la supprimer. M. Larsen admet tout d'abord qu'une élévation de température de un degré centigrade d'une partie de l'isolateur au-dessus de la température du milieu dans lequel l'isolateur est placé, suffit pour empêcher la condensation de la vapeur d'eau, condensation qui se produit toujours dans les parties les plus froides. Pour obtenir ce léger échauffement, M. Larsen dispose une résistance dans une gorge ménagée sur un point convenable de l'isolateur et fait traverser cette résistance par un courant d'intensité appropriée. Ce courant est fourni par une source indépendante, ou mieux, dans le cas de courants alternatifs, par un circuit local induit par le conducteur lui-même. La puissance dépensée pour obtenir ce résultat est absolument insignifiante devant celle qu'économise un bon isolement. Le moyen préconisé par M. Larsen pour améliorer l'isolement des lignes aériennes à haute tension paraît digne d'être soumis, tout au moins, à l'expérience.

— Il arrive encore fréquemment que l'isolement des câbles, sièges d'une force électromotrice alternative, soit endommagé; ces accidents qui ont pour cause un accroissement de la tension s'exaltant à l'interruption du courant par la mise hors circuit des lampes, moteurs ou transformateurs. Le cas peut aussi se présenter que dans des installations à haute tension transformée en basse tension appropriée aux lampes et aux

(1) Un journaliste a été foudroyé à Francfort (paralysie droite et brûlure) au *téléphone* (500 volts provenant de contact de fil aérien ou de mauvais isolement souterrain, novembre 1902).

moteurs, la tension des conducteurs à haute tension, à la suite d'un défaut d'isolement, se transmet aux conducteurs à basse tension, le contact avec ces derniers devient un danger. Plusieurs dispositifs de sécurité sont construits par l'*Allgemeine Elektrizitaets Gesellschaft*. L'un a la forme d'un fil fusible ordinaire, pourtant la partie active n'est pas le fil fusible ; elle consiste en deux disques métalliques séparés par une petite feuille mince de mica perforée. Si la tension augmente au point qu'elle puisse franchir l'espace d'air de 1/10 de millimètre entre les deux disques, elle passe du disque relié au conducteur à l'autre qui est mis à la terre. Le résultat de cette issue à la terre est la production d'un courant intense dans le conducteur, qui opère la fusion du fil et la déconnexion de la partie de l'installation courant des risques. On peut aussi utiliser la forme du parafoudre cornu composé de deux fils recourbés laissant entre eux un très petit intervalle à l'endroit où ils sont le plus rapprochés. Comme la tension dans le conducteur entretient fréquemment l'arc causé par la production de l'étincelle, une résistance plus grande est intercalée dans le conducteur de terre (conduite d'eau) et à côté du chemin suivi par l'étincelle est établi un électro-aimant qui éteint mécaniquement l'arc. (E. DIEUDONNÉ, *Revue pratique de l'Electricité.*)

M. J.-C. Ward de Glascow dispose les câbles dans un milieu solide, de préférence à les élonger directement dans le sol ou dans un caniveau ; l'électrolyse affecte les câbles revêtus de plomb élongés dans le sol directement et l'introduction de l'eau ou du gaz dans les caniveaux est une source d'inconvénients considérables et même de danger. M. Ward déclare que 50 0/0 des explosions de gaz dans les boîtes proviennent des défauts survenus dans les câbles et qui pro-

voquent la naissance de mélanges détonnants enflammés par manque d'isolation desdits câbles; c'est pourquoi les compagnies du gaz ne sont pas toujours responsables, à son avis, des explosions qui se produisent sur leurs canalisations dans les rues d'une ville. Parmi les systèmes à conduits, l'auteur croit que les lames de cuivre nu élongées dans des conduits de fonte constituent le mode le plus efficace si toutes les questions de détail ont été bien étudiées, mais il est coûteux et souvent inapplicable dans les grandes villes.

— *Le parafoudre* imaginé par M. G. Gola a pour but de conjurer les accidents. Il prend la forme d'un ellipsoïde creux consistant en deux coquilles de fer, séparées par un cadre en zinc. Au-dessus de l'une des coquilles se trouve un autre demi-ellipsoïde en fer, de sorte que deux espaces d'air sont interposés entre les trois pièces de fer. Dans celles-ci un puissant champ magnétique est produit. Deux fragments de charbon sont placés à l'extrémité du grand diamètre de l'ellipsoïde, à une distance ajustable. La bobine excitatrice de l'électro-aimant est en série avec la ligne.

Une charge atmosphérique qui se répartit sur toutes les surfaces de l'appareil est conduite par le champ magnétique à la jante de l'ellipsoïde et est amenée à se décharger sur les pièces de charbon. Ce système de parafoudre a été installé sur une ligne en montagne frappée, en cinq mois, de quatre accidents en dépit des parafoudres ordinaires protégeant la machine. Ce genre d'accidents ne s'est plus reproduit. — E. D.

*Accidents par les fils de trolley.* — L'appareil consiste en une boîte de fonte apte à être fixée sur la perche du trolley et contenant un commutateur à ressort. Un pôle de commutateur est relié au conducteur aérien et l'autre à la terre et à moins d'être maintenu ouvert le levier de contact tend à mettre à la terre la section

de fil de trolley qu'il commande. Le levier est retenu dans la position de fermeture ou d'ouverture par une corde qui embrasse une poulie isolée, et est attachée à un bouton traversant un carreau de verre formant un côté de la boîte. En cas d'accident, tout ce qu'il y a à faire, c'est de briser cette glace, relachant ainsi la corde et la section est immédiatement mise à la terre, provoquant le fonctionnement du disjoncteur à l'usine centrale et rendant inerte cette portion de ligne et par conséquent éliminant le danger. La face de la boîte est munie d'une inscription qui renseigne sur ce qu'il y a à faire en cas de chute de fils et il est ainsi permis à une personne quelconque d'isoler la section en cas de péril. Aussitôt que la glace est cassée, les mécaniciens de la station centrale peuvent dire immédiatement au moyen de l'interrupteur de circuit qui s'ouvre quelle section de la ligne est avariée et une équipe d'hommes est sans retard envoyée sur le lieu de l'accident. Pendant que le levier de contact de la boîte opère la connexion de la terre et du fil de trolley, il sera impossible au surveillant du tableau de replacer le disjoncteur de sorte que les réparations peuvent être effectuées avec une parfaite sécurité sur la section. (MM. Heaton et Smith, Londres.)

— M. Gaston Bellangé a imaginé un *interrupteur automatique* de courant destiné à empêcher tout accident de personnes lorsqu'un fil de trolley vient à se rompre. Des expériences ont eu lieu à la fin du mois de mai sur une ligne des tramways de Bordeaux et extensions, au garage du Béquet sur la route de Léognan. Deux poteaux soutiennent un fil d'expérience de même diamètre que celui qui est employé sur la ligne. Au-dessous du fil se trouvent des rails qui sont reliées par un conducteur métallique aux rails du réseau, enfin un interrupteur permet d'amener le courant de la

ligne dans le fil suspendu ou de l'interrompre à volonté. Lorsque l'interrupteur est fermé, les circonstances expérimentales réalisées sur ce tronçon de voie sont absolument les mêmes que celles qui existent sur la voie principale. On en a la preuve en branchant un voltmètre entre le fil suspendu et les rails, l'instrument indique environ 500 volts. L'appareil de sécurité supporté par le premier poteau est une boîte en porcelaine contenant du mercure et intercalée dans le circuit du fil de ligne, elle est suspendue à la console du poteau par un étrier grâce auquel cette boîte peut s'incliner dans un sens ou dans l'autre. Lorsque le fil est tendu de part et d'autre du poteau, la position de la boîte est horizontale; mais si on coupe le fil d'un côté ou de l'autre, sa chute sur le sol, en raison de la rupture de la tension d'équilibre, détermine une forte inclinaison de l'appareil. Le mercure se rassemble à ce moment dans la partie déclive de la boîte et le courant est aussitôt rompu. Le contact du fil tombé sur le sol n'offre plus aucun danger, il n'est le siège d'aucun courant. A cause de sa forme fourchue, l'inventeur a donné à son appareil la dénomination de « *gabel* ». — E. D.

*Appareils protecteurs contre l'écrasement par les tramways à traction électrique.* — Il vient d'être expérimenté à Prague, sur la ligne à traction électrique Zizkov-Koschir et en présence de délégués du Ministère des Chemins de fer, un nouvel appareil destiné à éviter l'écrasement des personnes renversées par les tramways en marche. L'expérience aurait été concluante et le système imaginé reconnu simple et peu coûteux.

L'appareil qui le compose comprend deux parties : la première constituée par un cadre-buttoir dont la membrure est faite d'un tuyau à gaz recourbé de petit diamètre, et enveloppé de cuir; un filet à mailles serrées est tendu sur ce cadre, qui est mobile et peut

tourner selon un axe horizontal. Ce premier engin est en relation avec la seconde partie de l'appareil, le cadre de protection proprement dit, par un fil d'archal de faible grosseur. Ce cadre de protection ne diffère pas extérieurement des cadres en usage jusqu'à ce jour ; seulement, par un mécanisme spécial, un mouvement vertical de haut en bas peut lui être imprimé. Dès que le cadre-buttoir heurte un obstacle, il cède lentement en arrière, et, agissant sur le fil de communication, il détermine le déclanchement du cadre de protection qui, en tombant, recueille l'obstacle engagé dans l'appareil et l'empêche de glisser sous les roues. Ce cadre est, en outre, muni, à sa partie inférieure, d'une garniture de balais qui, appuyant tout à coup sur le sol, ne laisse aucun espace libre entre la voie et la membrure. Le mécanisme est dû aux recherches collectives de M. Alois Svoboda, ingénieur principal de la traction électrique de Prague, et de plusieurs techniciens de cette ville.

Enfin, M. Josef Buresch, également de Prague, préconise un autre système qui consisterait en une combinaison qui permettrait d'interrompre le courant dès que le cadre de protection heurterait un obstacle : le véhicule se frênerait automatiquement et un mécanisme pousserait en dehors de la voie la personne ou l'objet ayant déterminé l'arrêt de la voiture. Ce système fonctionnerait, paraît-il, avec toute l'exactitude désirable.

## Précautions dans la fabrication des accumulateurs (1).

(1) L'*Association des Industriels de France* contre les accidents du travail, dirigée par M. Henry Mamy, vient de publier des « Instructions relatives à la fabrication et à la réparation des accumulateurs d'électricité » ; complétant les indications de l'*Année Electrique de 1901*, (signalons aussi la dermatose chlorique et électrolytique, signalée en 1902 par le D[r] Paul Fumouse) (thèse de Paris).

Les ouvriers employés à la fabrication ou à la réparation des accumulateurs d'électricité peuvent être exposés à des accidents d'intoxication saturnine, résultant de la manipulation de matières ou objets à base de plomb. Il nous paraît nécessaire d'appeler l'attention des industriels sur les mesures qui suivent et dont nous croyons devoir leur recommander l'application : Assurer au personnel un large volume d'air et une aération convenable dans les locaux affectés à la fabrication ou à la réparation des accumulateurs. Laver au moins deux fois par an les murs de ces locaux. Faire journellement un nettoyage humide du sol de ces locaux et des tables de travail. Faire toutes les opérations susceptibles de produire un dégagement de poussières toxiques soit en vase clos, soit avec l'aide d'un dispositif aspirant la poussière, autant que possible de haut en bas, et empêchant les ouvriers de l'absorber. Recouvrir les chaudières de fusion du plomb ou de ses composés d'une hotte d'échappement, dont le tuyau assurera une aspiration suffisante. Faire porter aux ouvriers, devant le nez et la bouche, soit une éponge imbibée d'eau, soit, de préférence, un masque respirateur contre les poussières, dans les parties de l'usine où l'on manipule les matières à l'état pulvérulent. Faire dans des locaux distincts les opérations : 1° de la fabrication des câbles ; 2° du mélange des matières et de l'empâtage des plaques ; 3° de la formation des plaques. Disposer les vestiaires de manière à éviter le contact entre les vêtements de ville des ouvriers et les vêtements de travail. Faire visiter les ouvriers par un médecin, soit avant l'embauchage, soit peu après, et toujours dès la première manifestation des phénomènes saturnins. Des visites médicales périodiques sont également recommandées. Il est conseillé aux industriels qui s'occupent de la fabrication ou de la réparation

d'accumulateurs, d'afficher dans leurs ateliers les instructions suivantes, qui s'adressent aux ouvriers :

1° Propreté et sobriété recommandées. 2° Les ouvriers devront avoir des vêtements spéciaux de travail. Il les mettront à leur arrivée dans l'atelier et les quitteront à chaque sortie. 3° Il est interdit aux ouvriers d'apporter des aliments ou des boissons dans l'atelier. Il est également interdit d'user de tabac, sous aucune forme, pendant le travail. 4° Aussitôt que le travail cesse, même s'il n'a été exécuté que pendant un temps très court, les ouvriers, après avoir quitté leurs vêtements de travail, doivent se laver le visage, se savonner et se brosser les mains et les ongles, se laver les dents et se rincer la bouche. 5° Il est recommandé aux ouvriers de prendre au moins un bain par semaine (de préférence sulfureux), et de faire, autant que possible, usage du lait comme boisson. 6° Il est recommandé aux ouvriers d'éviter avec le plus grand soin l'abus des boissons alcooliques, car les alcooliques sont beaucoup plus exposés que les autres aux inconvénients pouvant résulter de la manipulation du plomb ou de ses composés.

## Sinistres électriques divers.

Un récent rapport de l'*Electrical Bureau of the national Board of Fire Underwriters* d'Amérique contient un nombre d'exemples curieux et intéressants de sinistres provoqués par le courant électrique établi dans de mauvaises conditions, destinés à convaincre les clients de l'électricité de la nécessité d'une soigneuse inspection pour en restreindre les tendances incendiaires. Les courants vagabonds des tramways peuvent se disséminer dans le sol et électrolyser les conduites d'eau et de gaz... Une rupture de câble souterrain posé

dans une gaîne en papier pour courant à la tension de 250 volts, mit l'enveloppe en fusion, la matière coula sur une conduite de gaz adjacente; des effets d'électrolyse se produisirent, déterminant un trou dans la conduite qui permit au gaz de s'échapper le long du conducteur et de pénétrer dans une cave sous le trottoir. Toutefois, l'enquête n'a pu établir si l'explosion fut occasionnée par une étincelle électrique ou par le feu nu d'une bougie qu'un ouvrier tint à la main en pénétrant dans le sous-sol. Deux fers à repasser électriques laissés en circuit s'échauffèrent à l'excès et mirent le feu à des tables, boîtes et pièces de marchandises d'un tailleur installé dans le sous-sol d'un immeuble. Heureusement que la construction de la maison était faite en matériaux incombustibles, sinon la perte eût été considérable. Un accident causé dans un transformateur, endommagé par la foudre, permit au circuit primaire, au potentiel de 2.200 volts, d'entrer en communication avec un certain nombre de maisons reliées au secondaire. Dans l'une d'elles, le plafond d'une vitrine à étalage était en fer; le courant à haute tension passa à la terre par ce plafond où n'existait aucun isolement, un arc jaillit qui réduisit en cendres tout le contenu de la montre. Un accident similaire eut lieu dans une vitrine semblable d'une autre maison. Des étincelles provenant du renversement rapide de la marche d'un moteur actionnant un élévateur communiquèrent le feu à de la sciure de bois qui avait été placée sous les paliers de l'induit afin d'éponger l'huile. Un court-circuit dans un réseau souterrain engendra un gaz provenant de la décomposition de la matière isolante du tube protecteur des conducteurs, ce gaz s'infiltra dans un bâtiment par des fissures existant dans les murs en une douzaine d'endroits différents, il prit feu et donna lieu à trois légères explosions. Les rapports des accidents causés

par la foudre relatent des cas de pénétration du flux fulgurant dans les immeubles par l'intermédiaire des fils téléphoniques ou d'éclairage qui n'avaient pas été dûment protégés par des parafoudres dignes de confiance, et l'un fut directement attribuable à une défectueuse installation des tiges du paratonnerre. Nombreux aussi sont les incendies par défectuosité des canalisations intérieures.

— On a récemment effectué, à Milan, des expériences destinées à déterminer dans quelle mesure les pompiers, travaillant à proximité des canalisations de tramways électriques, courent des dangers lorsque le courant passe, par le jet d'eau, du fil du trolley sur l'homme qui tient la lance. (*Zeitschrift für Elektrotechnik*). Etant donné un jet d'eau d'une pression de moins de 13 kilog. par $cm^2$ et d'un diamètre de 12 millimètres, et étant donné, d'autre part, un courant continu de 500 volts, pour éprouver des chocs, il a fallu approcher la lance à 6 à 7 centimètres de la plaque de cuivre reliée au fil de trolley et frappée par le jet d'eau. Avec un jet de 50 millimètres, les mêmes chocs se sont fait sentir à une distance d'environ 1 mètre. Avec un courant alternatif de 500 volts et un jet de 12 millimètres, on a constaté des chocs à une distance d'environ 19 centimètres et, avec un courant alternatif de 3.600 volts, a une distance de 3 mètres.

— Les tableaux de distribution à haute tension peuvent causer des accidents : si, par exemple, un ouvrier dresse son échelle derrière le tableau et y monte, perd l'équilibre et se retient avec les mains à une barre de fer verticale, que sa tête vienne en contact avec l'une des barres collectrices à haute tension qui est dans le voisinage : il est foudroyé. Cependant toutes les précautions pouvant être bien prises, aucune pièce métallique ne se trouver près du sol et toutes peintes

en rouge afin de pouvoir bien les distinguer. Le fait s'est déjà produit.

*Des affections spéciales contractées par les conducteurs de tramways électriques* (*Electro Techniker* de Vienne). — Un certain nombre de wattmen des tramways électriques de Berlin sont en ce moment atteints d'affections spéciales qui frappent surtout les débutants. Ces affections seraient de trois sortes: *ophtalmie* occasionnée par le violent courant d'air; inflammation du genou et de la cheville de la jambe droite provoquée par l'actionnement de la sonnerie d'alarme ; et une sorte d'insolation des mains. Ce dernier inconvénient est dû à ce que le conducteur, en cours de marche, ne doit pas un seul instant abandonner les manettes du coupleur. Par suite, ses mains, après une exposition prolongée aux rayons solaires, pendant la saison chaude, prennent la couleur du rouge brun et se couvrent souvent d'ampoules disgracieuses et douloureuses.

*Névrome par choc électrique.* — M. Decroly a communiqué le fait à la Société belge de Neurologie. X... est un employé de charbonnage, âgé de 33 ans ; au commencement de l'année dernière, ayant un câble électrique dans la main gauche il est tombé sur un rail ; par suite de circonstances fortuites, un courant de 530 volts passait à ce moment dans le câble et le malheureux servant de conducteur reçut une décharge formidable dans les deux bras. Il s'évanouit sous l'influence du choc ; en sortant de cet état, il constata qu'il avait le bras gauche profondément brûlé ; d'autres brûlures étaient réparties sur toute la surface du corps. L'une d'elles, celle qui nous intéresse particulièrement était située au niveau du passage du nerf cubital droit dans la gouttière de ce nerf au niveau du coude. Immédiatement après l'accident, le sinistré remarqua

une gêne dans les mouvements délicats de la main droite, surtout dans ceux du pouce et de l'auriculaire, ainsi que de l'anesthésie à la partie interne de la main; au bout de trois à quatre mois, il vit se développer un amaigrissement marqué de cette même main. En même temps il apparaissait au-dessus du coude une petite tumeur non douloureuse, mais dont la compression provoquait une sensation d'engourdissement dans tout le côté cubital de l'avant-bras de la main qui s'atrophia, aussi dût-on débarrasser le malade de son névrome encombrant.

## Physiologie des accidents.

Au Congrès d'Electrologie de Paris de 1900, MM. Prévot et Battelli ont expliqué le mécanisme de la mort (Voir *Année électrique* de 1900); M. F. Battelli y est revenu au Congrès de Berne de 1902. Nous avons assisté aux expériences de M. F. Battelli, confirmant nos idées sur l'électrocution (Voir *l'Année électrique* de 1901). Courants continus et courants alternatifs agiraient de même. Les animaux expérimentés avaient les électrodes dans la bouche et le rectum.

Les courants à haute tension provoquent, dit F. Battelli, des troubles nerveux très considérables. Les centres nerveux peuvent être complètement inhibés, le phénomène des convulsions fait alors défaut et l'animal meurt sans faire un mouvement. Je ne donnerai ici que quelques chiffres. Chez les rats et les cochons d'Inde, un courant de 1,200 vols prolongé pendant une seconde inhibe complètement le système nerveux. Chez le lapin, on produit le même effet avec un courant de 1,200 volts prolongé pendant deux ou trois secondes, ou bien avec un courant de 2,400 volts pendant une seconde. Chez des chiens de 10 kilogrammes

environ, un courant de 1,200 volts prolongé pendant cinq secondes ne suffit pas pour tuer l'animal ; au bout d'une demi-heure ou d'une heure l'animal peut marcher. Les courants de 2,400 ou de 4,800 volts tuent les chiens de petite taille par arrêt définitif de la respiration, si la durée du contact a été d'une ou deux secondes. Mais les chiens de grande taille ne sont pas tués par le passage d'un courant de 2,400 volts pendant deux secondes ; ils se rétablissent d'eux-mêmes, sans aucune intervention. « Je répète que ces chiffres ne valent que pour le cas où les électrodes sont placées dans la bouche et le rectum, c'est-à-dire très près des centres nerveux et avec des contacts excellents. Si les contacts étaient moins bons, ou si les points d'application des électrodes étaient plus éloignés des centres nerveux, la tension du courant devrait être plus élevée pour réussir. »

D'autre part, les courants à haute tension possèdent la propriété de faire rebattre le cœur du chien pris en trémulations fibrillaires à la suite du passage d'un courant à basse tension (240 à 600 volts). « L'animal, qui était irrévocablement perdu à cause de la paralysie du cœur, est alors sauvé, surtout si on pratique pendant quelques minutes la respiration artificielle. Il faut toutefois qu'il ne se soit pas écoulé plus de quinze à vingt secondes depuis l'apparition des trémulations fibrillaires, pour que le passage du courant à haute tension rétablisse les battements du cœur.

« Si le temps écoulé est plus long, il faut d'abord pratiquer des compressions rythmiques du cœur et entretenir en même temps la respiration artificielle ; en appliquant alors le courant à haute tension, le cœur se remet à battre.

« Dans les accidents de l'industrie électrique, la mort de l'homme doit être attribuée le plus souvent à

la paralysie du cœur. Il serait donc permis d'admettre que, dans l'industrie électrique, les courants continus pratiquement dangereux devraient avoir un voltage quatre ou cinq fois supérieur à celui des courants alternatifs dangereux. L'inhibition du système nerveux produite par le passage d'un courant continu est beaucoup plus prononcée, toutes les autres conditions étant égales, que celle qui résulte d'un courant alternatif. Ainsi, un courant alternatif de 600 volts appliqué de la tête aux pieds chez un lapin pendant trois secondes détermine un choc nerveux peu prononcé si les trémulations du cœur sont passagères ; dans les mêmes conditions, un courant continu de 550 volts produit une prostration très grave et quelquefois la mort par inhibition des centres nerveux. Enfin, un contact très court (un dixième de seconde) du courant continu provoque les trémulations fibrillaires du cœur, tandis que le courant alternatif à basse ou moyenne tension doit être prolongé en général pendant trois quarts de seconde environ pour amener l'arrêt du cœur.

« La variation du nombre des périodes peut faire changer les effets du courant alternatif. D'après les expériences faites par M. le Prof. Prevost et par moi, ce sont les courants ayant une fréquence de 150 périodes à la seconde qui produisent les effets mortels avec un voltage minimum. Lorsqu'on dépasse une fréquence de 150 périodes, le voltage minimum nécessaire pour déterminer la mort s'élève rapidement. Un courant alternatif de 150 périodes peut tuer un chien avec une tension de 15 volts lorsque les électrodes sont placées dans la bouche et dans le rectum. Dans les mêmes conditions de contact, un courant de 200 périodes doit déjà atteindre une tension de 35 volts, et un courant de 1,700 périodes une tension de 400 volts pour produire le même résultat. Les courants

ayant une tension comprise entre 30 et 150 périodes ne présentent pas de différences bien considérables quant à leurs effets mortels ; ce n'est guère qu'au-dessous d'une fréquence de 30 périodes que le voltage minimum nécessaire pour déterminer la mort s'élève légèrement. » Les courants industriels ont donc une fréquence mortelle convenable, puisqu'elle est de 30 à 150 périodes ; si elle était de 400 périodes, les courants alternatifs seraient moins dangereux que les continus. L'intensité, la durée et la région du contact, la densité inconnue en chaque organe traversée, la taille de l'animal, sont aussi des éléments importants.

« Le cœur du chien paralysé en trémulations fibrillaires peut reprendre ses battements lorsqu'il est traversé par un courant à grande densité, et l'on peut ainsi rappeler à la vie des chiens tués par les courants électriques. Dans le cours de physiologie de l'université de Genève, on fait chaque année devant les élèves l'expérience suivante qui fut renouvelée par M. F. Battelli devant les congressistes de Berne : « on applique, chez un chien de petite taille, deux électrodes sur les côtés du thorax au niveau du cœur et on fait passer un courant alternatif de 120 volts pendant une ou deux secondes. L'animal se sauve en criant, puis au bout de quelques secondes il chancelle et tombe ; bientôt la respiration devient superficielle et s'arrête. On attend encore quelques minutes, puis on ouvre le thorax, on met le cœur à nu et on fait des compressions rythmiques de cet organe en pratiquant en même temps la respiration artificielle. Au bout de quelques minutes, l'animal fait des mouvements respiratoires spontanés, les réflexes se rétablissent, etc., mais le cœur ne bat pas ; il présente des trémulations fébrillaires qui ne cessent pas d'elles-mêmes. On place alors une élec-

trode sur le cœur et l'autre dans le rectum, et on fait passer un courant alternatif de 240 volts pendant une ou deux secondes. Le cœur se remet à battre. On ferme la plaie du thorax ; l'animal respire spontanément. En prenant des précautions antiseptiques, j'ai gardé des chiens en vie pendant plusieurs jours. Un courant de 120 volts appliqué sur le cœur ne suffit pas pour faire cesser les trémulations fibrillaires ; il les fait même apparaître dans un cœur qui bat. La densité du courant qui traverse le cœur est alors trop faible. »

Chez l'homme, les phénomènes sont vagues, il semble que les convulsions manquent, il y a des sensations douloureuses et des brûlures, des troubles nerveux (contractures, tremblements) qui disparaissent rapidement. Le voltage varie, quatre morts furent causées en 1897, en une usine allemande, par des courants alternatifs de 115 volts dans trois cas et probablement du double dans le quatrième ; Biraud cite une mort avec 250 volts, Hankel avec 120 volts ; à Genève, on a eu trois cas de mort avec 500 volts, toujours alternatifs et aucun cas avec 540 volts de continu. MM. Aspinas et Trotter ont fait des expériences sur 30 personnes (12 femmes et 6 enfants) à 500 volts, avec des souliers secs sur les rails, un pied chaussé sur le rail de roulement, un pied nu sur le rail à côté, et une sensation légère a été perçue. Si la peau est dénudée, et la brûlure électrique arrive vite à ce résultat, la résistance diminue et la mort est d'autant plus sûre que le contact a été prolongé. Un cas de mort à Genève a eu lieu à 5.000 volts et le cœur était paralysé. Comme précaution, nos « *Années* » précédentes les indiquent, mais pour être efficaces, il faut que le cœur batte encore et qu'on agisse rapidement peu de minutes après l'accident.

— Le Dr Jessen (Hambourg) a vu se produire chez

un homme sain de 48 ans, par un courant de 500 volts, de l'hystérie traumatique.

Quant à la foudre, si protéiforme, elle ne peut donner d'indications. Elle a occasionné ces dégâts à Hofstade, près de Malines (Belgique), le 16 mars 1902 (*Ciel et Terre*) : le moulin à vent fut renversé et réduit en miettes. Au moment de l'accident, trois personnes étaient au moulin : le meunier et deux de ses clients ; un cheval attelé à une charrette était sous le moulin. Les grosses poutres du moulin furent brisées et réduites en mille morceaux lancés dans les champs. Aucune des trois personnes, heureusement, ne fut tuée. Le meunier avait des brûlures graves à la tête, au menton, aux joues et à la partie extérieure des mains ; il resta sourd et aveugle pendant tout un jour. L'une des deux autres personnes avait des brûlures moins graves aux parties inférieures des mains, et l'autre n'avait presque rien. Le cheval ne portait aucune marque.

— Pour *l'éruption de la Martinique* M. Kermorgant explique à l'Académie de Médecine, que dans la nuit du 30 au 31 août, un nouveau nuage sorti du mont Pelé a dévasté les communes de Morne-Rouge et d'Ajoupa-Bouillon. Le nombre connu des victimes de cette nouvelle catastrophe est d'environ 625 ; en outre, les médecins ont eu à soigner 70 personnes pour des brûlures du premier, du deuxième et même du troisième degré. Tous les cadavres retrouvés, sauf un, étaient encore revêtus de leurs habits, alors qu'après la première éruption, ils étaient tous complètement nus. A côté de gens entièrement brûlés on a trouvé des corps ne portant aucune trace de brûlure. Enfin, les personnes qui se trouvaient à l'abri dans un local bien clos en furent quittes pour une légère oppression et purent sortir indemnes de la catastrophe. De ces di-

verses constatations, il est permis de supposer que le *nuage dévastateur était fortement chargé d'électricité*, ce qui expliquerait certains phénomènes présentant une grande analogie avec les effets de la foudre, témoin une mère légèrement brûlée à l'oreille, qui eut son enfant horriblement brûlé dans ses bras. D'ailleurs, quelque temps après l'éruption, une forte odeur d'ozone se répandit du côté de Fort-de-France. On peut donc conclure qu'en outre des cas de mort dus à des gaz irrespirables, ou aux cendres brûlantes, ou à une température assez élevée pour faire fondre le verre, il s'est produit des phénomènes analogues à ceux de l'électrocution. Une *théorie électrique des volcans* en a surgi.

Au point de vue médico-légal, le diagnostic d'accident électrique industriel paraît facile, mais voici un exemple plus difficile arrivé à Genève : Un ouvrier couvreur touche un fil du courant alternatif à 500 volts. La secousse le fait tomber du toit, et il se produit des lésions internes graves. Il meurt une demi-heure ou trois quarts d'heure après l'accident. La mort a été provoquée par la chute et non par le passage du courant. Si l'ouvrier avait été attaché, comme les règlements l'exigent, il ne serait pas mort. La responsabilité civile sera partagée par le patron de l'ouvrier.

---

CHAPITRE XIII

# ÉLECTROTHÉRAPIE

**Le cerveau comme cohéreur. — Résistance du corps humain. — Diagnostic électrique. — Physiologie de la haute fréquence. Anesthésie électrique. — Self de réglage pour les résonateurs de haute fréquence. — Terminologie électrique. — L'électricité et la narcose chloroformique. — L'électrophone. — Eclairage organique. — Courants alternatifs à basse fréquence et grand ampérage. — Nouveau bain électrique. — Traitement électromagnétique. — Dosage des ions introduits par l'électrolyse. — Cataphorèse iodique. — Le bain hydro-électrique. — Actions physiques antituberculeuses. — L'électricité gynécologique. — Applications diverses de la galvanisation. — Thérapeutique par la haute fréquence. — Ozone et hautes altitudes.**

## Le cerveau utilisé comme cohéreur.

Dans l'*Electrical Review*, M. Frederick Collins raconte que des effets curieux relatifs à l'influence des orages sur le corps humain viennent d'être observés. Ayant remarqué que quelques personnes très nerveuses sont affectées pendant les orages, et même enfermées dans des pièces obscures perçoivent l'éclair au moment précis de sa production (Foveau de Courmelles, 1898), il se procura un cerveau neuf d'un animal provenant d'un abattoir, et, en le reliant comme un cohéreur avec des électrodes situées à une distance de 1 millimètre l'une de l'autre, et en intercallant un téléphone, il put très bien distinguer des bruits lors-



qu'une décharge disruptive électrique eut lieu avec une bobine d'induction placée tout à côté. Il répéta ces expériences avec un chat vivant, qui fut endormi avec de l'éther; deux pointes d'aiguilles furent insérées dans le cerveau, et on obtint les mêmes résultats. Puis il se procura un cerveau humain tout frais, et dans ce cas aussi les résultats furent également bons. On trouva que la résistance électrique était de près de 5,000 ohms, et pendant l'essai on éprouva le besoin de mesurer cette résistance de nouveau. Il fut assez curieux de remarquer qu'il était impossible d'équilibrer les bras du pont de Wheastone, et il paraît qu'il n'y eut qu'une divergence de plusieurs milliers d'ohms. Subitement on entendit un grand coup de tonnerre, et l'auteur dit que, pendant une période de vingt minutes, l'aiguille du galvanomètre oscilla en avant et en arrière entre les deux points d'arrêt. Alors il plaça un téléphone dans le circuit de l'appareil d'épreuve, et immédiatement il entendit trois sons, tout à fait comme le bruit de métal chaud qui tombe dans l'eau. On trouva après qu'une maison, à une distance de quelques centaines de mètres, avait été frappée de la foudre en trois fois.

## Résistance du corps humain.

Divers éléments influencent les recherches, notamment les intensités de courant employées, les potentiels et aussi les méthodes de mesure, les dimensions des électrodes, l'état plus ou moins halitueux de la peau. On sait qu'il a fallu s'y reprendre à trois fois dans l'exécution de Czolgoz avec application d'un courant de 10 ampères sous 3,000 volts. On a mentionné des cas de mort par contact instantané entre la nuque et la main sous le passage d'un courant continu de 110

volts. Un courant alternatif d'une intensité de 1 milliampère au potentiel de 3,000 volts, à la fréquence de 40 tue un fort chien. Des sujets d'expérience résistent au passage de courants d'une intensité dépassant 10 ampères appliqués par électrodes de grande surface sous une fréquence supérieure à 12,000. Le Dr Jellinek a fait sur ce sujet une communication devant les membres de l'association médicale de Vienne. Il indique comme résistance du corps humain 30,000 ohms au début de l'application du courant et 10,000 ohms après quelques instants d'électrisation. Il signale la contradiction des observations relevées dans la pratique ; il a constaté des cas de mort sous des voltages de 90 à 4,400 et des cas de complète innocuité à 4,400 volts. Dans les éventualités de mort ou de fulguration, depuis Priestley, Marat, les autopsies décèlent parfois des brûlures accompagnées ou exemptes de phlyctènes aux endroits d'application. Rarement il a pu observer des lésions de la moelle, mais, en général, les autopsies n'ont fourni aucun résultat et, aucune lésion, si petite fût-elle, n'a pu être observée. La véritable cause physiologique de la fulguration n'a pu être déterminée par l'autopsie. Cette observation fait ressortir l'importance de la pratique de la respiration artificielle et de la traction rhytmée de la langue, rigoureusement poursuivie et prolongée. La grande majorité des accidents électriques ne causent qu'un arrêt de respiration ou suffocation sans lésion dont les effets sont heureusement combattus par la respiration artificielle.

— La *mesure pratique des résistances* avait déjà été faite par M. J. Bergonié, par un téléphone différentiel, un rhéostat clinique gradué et un appareil faradique; mais l'auteur préfère aujourd'hui la méthode suivante. Il prend un courant galvanique ou continu, à voltage quelconque entre 30 et 110 volts, de lu-

mière si l'on veut, un rhéostat à fil en court circuit à la source dont la résistance en omhs égale le voltage en volts de la source, donc l'intensité du courant est d'un ampère. Le malade y est branché en dérivation, avec un milliampèremètre très sensible; on peut varier le potentiel aux bornes du circuit dérivé jusqu'à ce que le malade ait un mA, alors on a : $0{,}001 = \frac{E}{X}$ ; E est la différence de potentiel en volts prise par la dérivation, le rhéostat et X la résistance du malade, plus celle du milliampèremètre en ohms. E s'obtient en remplaçant le malade et le milliampèremètre par un voltmètre sensible au 1/10e de volts et on peut y lire, en le construisant *ad hoc*, la *résistance apparente* du malade, à 100 ohms près, et très suffisante.

— Les résistances électrolytiques dont font partie les tissus organiques absorbent-elles, comme les résistances métalliques, d'autant plus de volts qu'elles sont plus grandes? oui, pour un certain nombre de circuits électrolytiques réunis en série, dit le Dr Courtade. Si 10 électrolytes, demandant chacun 1 volt 5, sont réunis en série, il faudra 15 volts pour opérer la décomposition et un courant de voltage inférieur ne passera pas. Il convient cependant de faire remarquer que si la résistance des électrolytes est différente, la distribution des volts se fera pourtant de la même façon. Si un courant passe par une série de résistances non électrolytiques et qu'on mette en dérivation sur une de ces résistances un circuit électrolytrique, l'électrolyse ne se produira que si la tension absorbée par la résistance est suffisante pour produire la décomposition. Si on met en série un électrolyte et une résistance non électrolytique, le résultat de l'expérience paraît présenter une exception à la loi de distribution des tensions. En effet, prenons un électrolyte demandant pour se dé-

composer 1 volt 5, et qui sous l'influence d'une force électro-motrice de 3 volts présente une résistance de 200 ohms. Si nous ajoutons une résistance de 2,000 ohms, ou que par un artifice quelconque nous augmentions de 2,000 ohms la résistance intérieure de la pile, le liquide continuera à se décomposer, avec, nécessairement, une intensité beaucoup moindre. En mesurant dans ce dernier cas la résistance de l'électrolyte par la méthode de substitution, on la trouve égale non plus à 200 ohms, mais bien à plus de 1,000 ohms. En augmentant successivement la résistance extérieure, la résistance de l'électrolyte paraît augmenter proportionnellement, et en mettant 20,000 ohms dans le circuit la résistance de l'électrolyte se trouve égale à 25,000 ohms. Cette augmentation de résistance n'est pas réelle ; elle n'est qu'apparente et est due à une répartition relative du potentiel dans le circuit. Il faut tenir compte de la force contre-électromotrice qui se produit pendant la décomposition de l'électrolyte. C'est pour cette même raison que le courant augmente d'intensité dans une proportion non en rapport avec le nombre de volts, lorsqu'on augmente la force électromotrice qui parcourt un électrolyte. En effet, lorsque la force électro-motrice est égale à la force contre-électro-motrice de l'électrolyte, aucun courant ne passe, et il n'y a pas décomposition. A mesure que la force électro-motrice devient supérieure, le courant commence à passer et la différence arithmétique entre les deux forces électro-motrices de sens inverse paraît suivre seule la loi sur la distribution des tensions le long des conducteurs. On peut le prouver en électrolysant avec une force électro-motrice de 3 volts une solution d'eau acidulée sur le trajet de laquelle on interpose, par exemple, une résistance de 50,000 ohms. On obtient dans ce cas les mêmes déviations galvanomé-

triques que si l'on fait passer le courant en supprimant l'électrolyte et en réduisant la force électro-motrice à 1 volt 5.

— *La résistance des globules rouges du sang peut être déterminée par la conductibilité électrique* (MM. Calugarcame et Victor Henri). Ordinairement on emploie la méthode de Hamburger, qui consiste à mélanger un certain volume de purée de globules ou de sang défibriné (par exemple $0^{mc^3}$,5) avec des solutions de concentrations croissantes, à centrifuger ces mélanges et à observer la concentration limite pour laquelle la matière colorante sort des globules dans le liquide extérieur. M. Lapicque a perfectionné cette méthode en dosant la proportion d'hémoglobine sortie des globules dans les solutions de différentes concentrations. Dans ces déterminations, on étudie suivant quelles lois la matière colorante sort des globules rouges et diffuse dans le liquide avec lequel on les mélange. Mais dans l'étude de la résistance des globules rouges il est nécessaire de déterminer, à côté de la sortie de l'hémoglobine, aussi la sortie des sels des globules. Cette détermination peut être faite avec une grande précision par la mesure de conductibilité électrique des solutions. L'application de cette méthode montre que les globules rouges peuvent perdre une partie de leurs sels sans laisser sortir au dehors leur matière colorante. Cet appauvrissement en sels des globules rouges se produit dans une proportion notable lorsqu'on lave les globules par une solution.

— Le *sérum de sang* de l'homme, pour le D^r^ Ceconi, a un pouvoir conducteur qui s'approche à celui que d'autres auteurs ont trouvé pour d'autres espèces d'animaux. Le liquide céphalo-rachidien, le liquide ou sérum amniotique et la bile — qui possèdent le même degré d'osmose du sang — présentent

une conductibilité bien plus élevée que ce dernier, Marat l'avait déjà constaté, parce qu'ils se concentrent moins dans les substances *ionisables*. Les exsudats et les transudats possèdent cette propriété à un degré presque égal à celui des liquides physiologiques; cependant on y remarque une tendance à des degrés de conductibilité, lesquels s'approchent davantage aux *maximums* qu'aux *minimums* physiologiques, aussi, en général, ils présentent dans le même sujet des chiffres plus hauts que ceux donnés par le sérum. Dans le *typhus abdominal*, le sérum du sang a un pouvoir conducteur inférieur à celui que l'on y constate en conditions normales. Dans la *pneumonie*, le pouvoir même présenta des valeurs normales, quoique avec une certaine instabilité. La conductibilité électrique du *liquide céphalo-rachidien* est notablement supérieure à celle du sérum du sang; elle augmente encore dans la *néphrite*, lorsque par l'examen cryoscopique du sérum même l'on trouve que celui-ci possède un degré plus haut de conductibilité. Le sérum des néphrétiques a un degré de conductibilité qui est tantôt plus haut, tantôt plus bas, et enfin quelquefois même normal, et tout à fait indépendamment des valeurs $\Delta$ et du NaCl y contenu. Si, d'un côté, cette modification étrange diminue la valeur diagnostique de la détermination de la conductibilité, elle est cependant très précieuse comme moyen d'investigation dans certaines circonstances. Les expériences furent faites avec le *pont de Kohlrasch*, et les résultats, calculés en *unité Siemens* à 18° C $\times$, $10^8$.

— *La Résistance électrique des cultures en bouillon de bacille tétanique*, a été étudiée par MM. Dongier et Lesage (Académie des Sciences, 11 août 1902). Si l'on cultive en bouillon du bacille tétanique selon les règles classiques (huit jours d'étuve), on observe un

abaissement marqué de la résistivité électrique de cette culture, comparée à celle d'un bouillon témoin placé dans les mêmes conditions. Cette diminution ne dépend pas des bacilles, car la filtration ne la modifie pas, ni de la toxine, puisque l'ébullition la laisse également intacte. Au contraire, elle est moins considérable après que le bouillon a été mis en contact avec de la cervelle fraîche, ce qui prouve que les produits qui abaissent ainsi la résistivité électrique du bouillon sont fixés, tout comme la toxine elle-même, par la substance cérébrale. Certains microbes, n'influant en rien sur la résistivité électrique du milieu sur lequel ils végètent, tandis que d'autres l'augmentent ou la diminuent, il pourrait y avoir là les éléments d'une nouvelle méthode de diagnostic bactériogique.

## Diagnostic électrique.

*De l'inversion de la réaction céphalo-galvanique et de la diffusion des courants électriques chez les neurasthéniques,* par Foveau de Courmelles, à l'Académie de médecine de Paris, le 20 juillet 1902 : « J'ai communiqué en 1895, au Congrès des aliénistes et neurologistes de langue française à Bordeaux, l'action bienfaisante de la galvanisation céphalique par un pôle sur le front et un autre pôle à la nuque et complétant merveilleusement la franklinisation dans le traitement de la neurasthénie. Selon les symptômes de dépression ou d'excitation, le pôle positif est sur la nuque et le pôle négatif sur le front ou vice versa. La perception habituelle du courant est plus sensible au pôle négatif ; ici, en un très grand nombre de cas, j'ai remarqué l'inverse, chez maints déprimés où l'électrode négative était au front, c'était cependant la

positive placée à la nuque que percevaient davantage les patients. Cependant, il n'y a pas d'analogie à établir avec la réaction de dégénérescence, d'abord parce qu'il ne s'agit pas d'un seul muscle ou nerf, mais d'une masse complexe : cuir chevelu, os, cerveau, muscles, moelle.... et d'autre part, à l'ouverture et à la fermeture du circuit, les réactions, les phosphènes notamment sont bien dus au pôle négatif. En outre, je ferai remarquer, malgré que les glandes salivaires soient bien en dehors du trajet rectiligne du courant, les patients ont très nettement une sensation métallique buccale qui implique la diffusion du courant. Ces anomalies chez les neurasthéniques sont à ajouter aux phénomènes d'albuminurie et de glycosurie passagère que j'ai autrefois signalés à l'Académie (3 août 1896)».

— Depuis, à l'Académie de médecine de Belgique (29 novembre 1902), le même auteur signale la *résistance* électrique des tissus plus grande dans les cas d'*hémiplégie fruste*; il appelle ainsi les faits qu'il a pu suivre de patients se réveillant avec des fourmillements ou de la parésie et de l'immobilisation relative des membres d'un côté du corps et qui disparaissent après 2 ou 3 jours, les réactions musculaires volontaires reviennent, mais la faradisation exige pour être perçue, simplement sentie des courants très intenses; pour la contraction, les courants doivent être encore amplifiés. Deux ou trois ans après, certains de ces malades se réveillent avec une véritable hémiplégie; ils étaient depuis longtemps très variqueux des membres et vraisemblablement du cerveau. Les augmentations de la résistance des tissus doivent appeler l'attention des médecins.

— A l'inverse, pour la *croissance*, les oxydases qui ont la propriété de fixer l'oxygène de l'air sur certains corps organiques, transforment, en les adaptant à la vie, de grandes quantités de substances provenant des

aliments. Plus ces ferments sont abondants, plus la croissance est active et l'électricité les influence. L'eau intervient enfin, dit le Dr Springer, comme véhicule des substances dissoutes et apparaît comme un des éléments par lesquels agissent deux forces puissantes de l'énergie de croissance : la pression osmotique et l'électricité. L'étude de la pression osmotique démontre, en effet, que cette pression est d'autant plus forte que le degré de dissociation électrolytique est plus élevé. D'autre part, les organismes vivants sont des générateurs d'électricité : plus l'activité chimique du protoplasma est intense, plus les phénomènes d'électrogenèse sont accentués. On a constaté, de même, *qu'il existe une certaine corrélation entre la vigueur d'un organisme et sa réaction électrique*. La vitalité d'un sujet serait donc en rapport avec la quantité de force électro-motrice qu'il est capable de fournir. L'expérimentatiou démontre, en outre, que l'énergie électrique est un excitant de la croissance : en faradisant les os, on détermine une élongation du tissu osseux en même temps que l'augmentation du poids de l'os. Cette action de l'électricité sur la croissance s'observe également chez les végétaux. Enfin, l'électricité atmosphérique est, elle aussi, une source puissante d'énergie, qui agit sur la nutrition des êtres vivants ; elle représente une des causes actives de leur croissance.

— Lorsque l'oreille est normale, la tête s'incline du côté du pôle positif, pour les deux électrodes appliquées sur les apophyses mastoïdes, c'est le *vertige voltaïque* de Babinski. Il a constaté en outre que dans la plupart des cas de lésion unilatérale de l'appareil auditif, que la lésion occupe le tympan, la caisse, le labyrinthe, le nerf acoustique à son origine, le vertige voltaïque n'a plus la forme normale, l'inclinaison de la

tête au lieu de s'effectuer du côté pôle positif, a lieu exclusivement du côté de la lésion, ou bien prédomine de ce côté. Cette inclinaison latérale peut être plus ou moins prononcée, mais son intensité ne donne aucunement la mesure de l'intensité de la lésion. Elle peut être très marquée dans les cas où la lésion est superficielle et peu marquée dans certains cas de lésions profondes. Dans les lésions auriculaires bilatérales ou bien il n'y a pas de mouvement, ou bien il y a mouvement en arrière, ou bien il y a inclinaison latérale de la tête presque toujours beaucoup plus accentuée du côté de l'oreille la plus lésée. Enfin dans certaines lésions unilatérales, catarrhe tubaire, sclérose de l'oreille moyenne, etc., on peut constater après une insufflation d'air au moyen de la poire de Polizer que le courant appliqué comme auparavant aux tempes ne fait plus tourner la tête du côté de la lésion, mais que ce mouvement se dirige du côté du pôle positif comme chez les individus à oreilles normales. Le peu de gravité de la lésion otique ou labyrinthique s'accuse par le facile changement de côté de la rotation céphalique. Certains états congestifs ou la dégénérescence scléreuse de l'oreille augmentent ou diminuent la conductibilité électrique. (L. Delherm) La résistance au vertige voltaïque, en cas d'hypertensicn de néoplasme cranien, est aussi pour M. Babinski un élément de diagnostic et, par des ponctions rachidiennes, on a vu cesser des vertiges, des bourdonnements d'oreille, des surdités dues à des hémorrhagies cérébrales et révélées par l'examen électrique.

## Physiologie de la haute fréquence. Anesthésie électrique.

Les récents travaux de MM. Jellinek et autres auteurs (1901 et 1902) ont montré que des accidents mortels

pourraient être observés avec les petits animaux dans le cas d'application directe de la haute fréquence; Jellinek opérait sur des lapins. On s'est également servi de lapins, de cobayes et de rats. Ces animaux réunis aux deux extrémités du solénoïde à gros fil et soumis à un courant dont l'intensité variait de 300 à 500 milliampères, une électrode dans la bouche, l'autre dans le rectum, mouraient rapidement ou au bout de quelques jours et présentaient soit un tétanos généralisé, soit des phénomènes paralytiques. On peut les éviter en supprimant les secousses et contractions musculaires qui proviennent soit de la densité trop grande du courant pour la fréquence employée, soit d'un mauvais réglage de l'appareil (détonateur mal réglé comme distance explosible; boules déformées ou mal polies; étincelle insuffisamment soufflée et ayant encore l'arc; mauvais contact ou petite interruption dans les circuits, tant de basse que de haute fréquence; armatures du condensateur mal appliquées sur le diélectrique; capacité trop grande; self trop grande). La mort expérimentale des animaux serait due soit à la chaleur développée dans les tissus et aux coagulations et embolies qu'elle détermine, soit à des phénomènes d'inhibition développés dans les centres nerveux respiratoires; cela prouverait que les courants de haute fréquence traversent bien l'organisme, ce qui a été nié souvent restant localisés à l'épiderme des personnes qui se prêtaient aux expériences pour Ratzikowsky, Vigouroux, Galileo Ferraris. L'auto-conduction s'est vue très niée encore par divers électrothérapeutes au Congrès d'Electrologie de Berne de 1902. Pour Tesla, le courant ne pénètre pas seulement dans le corps au niveau des électrodes, mais d'une façon égale par toute la surface cutanée. L'incandescence des lampes à distance peut tenir au bombardement moléculaire, comme dans les lampes dont se

servait cet ingénieur électricien ; pour Oudin, le corps exposé aux courants de Tesla serait une capacité subissant des charges et des décharges électro-statiques extrêmement rapides. La capacité du corps provoque une inégale répartition du courant (Wertheim-Salomonson) et l'intensité diminue avec l'éloignement de la source, l'électricité se répandant sous forme d'onde.

Maragliano a voulu déterminer la répartition organique des courants de haute fréquence avec des animaux réunis aux extrémités du solénoïde à gros fil. Pour les membres il se servit de la propriété des courants d'élever la température du tissu musculaire et de la faiblesse intense de propagation de la chaleur. Pour le trono, il plaçait une lampe à incandescence dans la cavité thoracique d'un chien : « Les courants de haute fréquence et de haute tension se transmettent dans l'organisme humain, dont ils intéressent la surface de section tout entière; ce ne sont pas les courants induits qui suivent cette voie profonde, mais vraiment le flux principal de l'énergie électrique. L'intensité du courant qui circule dans les couches profondes est sensiblement égale à celle qui circule dans les couches superficielles lorsqu'il s'agit d'une petite section. Dans les parties du corps de plus grandes dimensions, la majeure partie de l'électricité suit les couches superficielles, mais une partie, dont la grandeur est en raison inverse de la surface de section, pénètre dans l'intérieur du corps et intéresse les organes qui sont profondément situés. » Ces conclusions s'appliqueraient également aux courants provenant du grand solénoïde à autoconduction (Dr H. Lebon).

Les courants statiques de Morton qui sont des courants à alternances très rapides, ne sont pas des courants de haute fréquence, d'où leur action sur les nerfs sensitifs et moteurs que n'ont pas ceux-ci en applications

générales, alors qu'ils les impressionnent en applications locales. Ainsi, lorsqu'en touchant avec une main l'extrémité d'un résonateur, on dirige l'effluve sur une partie du corps, on ressent dans les bras de fortes secousses musculaires. C'est sans doute de même qu'agissent en les expériences de M. Stéphane Leduc, les courants continus avec 150 à 200 intermittences à la seconde avec une tension de 12 à 30 volts et une densité de 2 à 10 milli-ampères : la respiration de l'animal qui a la cathode à la nuque et l'anode sur la région lombaire, se fait régulièrement, *avec* ou *sans* convulsions initiales et courtes, dort paisiblement; au Congrès d'Electrologie de Berne, nous avons vu les expériences sur un lapin et sur un chien faites par M. Leduc. Pour M. Pitres, l'électrisation par courants continus, un pôle sur le front, l'autre sur un point quelconque du ventre ou des cuisses, offre une incontestable efficacité dans l'hystérie : le courant doit être interverti; l'attaque s'arrête net, avec un fort courant, au bout de deux ou trois inversions; la malade se réveille aussitôt et reprend immédiatement connaissance. M. de Lutzenberger galvanise également la tête par des électrodes sur le front et la nuque; la neurasthénie est aussi calmée par ce moyen (Foveau 1895, Leduc 1898). La différence dans la rapidité des oscillations intervient, la nature du courant, le trembleur, la machine statique donnant des oscillations plus ou moins fréquentes, le sujet est soumis à un courant de haute fréquence plus ou moins continuel : il ne sent rien pour la continuité parfaite de la haute fréquence; le corps du sujet peut passer brusquement d'un potentiel nul à un potentiel élevé, d'où, en ces cas, contraction musculaire, puis la haute fréquence s'établit. Foveau de Courmelles avait ainsi expliqué pour les rayons X la différence d'action cutanée nocive

avec la radioscopie ou la radiographie, à rhytme rapide ou lent (*Société de Biologie*, 25 juillet 1897); la haute fréquence (auto-conduction) avait produit aussi chez un de ses malades une desquammation des mains.

Doumer et Oudin concluent : « Un courant de haute fréquence ne provoque sur nos nerfs et sur nos muscles aucune sensation spéciale quand les oscillations de haute fréquence sont établies. Au moment où elles commencent, elles impressionnent nos nerfs sensitifs et moteurs. » Dès ces premières recherches, on avait constaté que les tissus traversés par les courants de haute fréquence devenaient moins excitables. Un sujet qui tient entre ses mains deux poignées reliées à un appareil éprouve une sensation de chaleur assez vive d'abord, sa peau devient insensible, de quelques minutes à une demi-heure; de là, le traitement du prurit. La faradisation mono ou bi-polaire aussi forte que le patient peut l'endurer sans douleur, a, comme l'effluve statique, donné au Dr Bouveyron, avec des séances quotidiennes, des succès dans maintes affections prurigineuses; Boudet, de Paris, l'a appliqué à l'art dentaire.

L'an dernier, MM. Regnier et Didsbury ont cherché à utiliser l'anesthésie passagère de la haute fréquence en chirurgie dentaire. L'anesthésie proviendrait, d'après Oudin qui l'a constatée et utilisée avec Cruet, à la Charité, dès 1893, pour l'avulsion dentaire, soit d'un trouble trophique local, trouble qui pourrait aller à la mortification des tissus avec une action trop prolongée, soit d'une anémie spasmodique transitoire. Pour opérer : il faut de 4 à 5 ou de 5 à 8 minutes, selon que les dents sont mono ou polyradiculaires, que le contact de l'électrode et de la dent soit absolument intime par un moulage en *sturt* métallisé et partant du résonnateur, que la gencive ait été préalablement dé-

barrassée de la salive et du mucus qui la recouvrent; que le courant soit réglé à environ 300.000 alternances par seconde; que l'intensité de 150 à 250 milli-ampères soit bien atteinte; que le patient soit placé sur un siège entièrement dépourvu de pièces métalliques. La lumière chimique donne des résultats analogues.

La *perméaélectrothérapie* de Müller, la photothérapie bleue ou violette, la haute fréquence agissent donc à merveille sur les douleurs névralgiques, rhumatismales, hypéresthésiques, par leur influence sédative sur les vaso-moteurs.

L'action est peut-être aussi de nature vaso-dilatatrice, ce qui expliquerait l'action calmante sur le prurit de certaines modalités électriques qui agiraient alors comme le grattage que se fait le patient: de même, la cathode du courant continu, à doses simplement limitées par la tolérance du sujet, empêcherait maintes brides cicatricielles resserrant les tissus (S. Leduc).

D'autre part, certains phénomènes vaso-constricteurs peuvent être ainsi produits, ainsi Lutzenberger, de Naples, traite le varicocœle par la *galvano-faradisation;* et Bergonié, les *nœvi materni* par la haute fréquence (séances d'une à deux minutes toutes les semaines, étincelles et effluves).

## Self de réglage pour les résonateurs de haute fréquence.

M. le Dr H. Guilleminot, au congrès de Berne. — Le réglage de résonateurs peut se faire en modifiant les rapports de l'inducteur et de l'induit (résonateurs solénoïde Oudin et types dérivés, Rochefort, O'Farill, Lebailly). Dans les types où l'inducteur est fixe (bobine d'Arsonval) et dans les résonateurs en spirale que j'ai

présentés, en 1901, à la Société de physique de Paris, où il est désirable de prendre la spire externe seule comme inducteur, on ne peut modifier la période d'oscillation du champ 2 $\sqrt{\text{L C}}$, qu'en modifiant la capacité C du condensateur ou le coefficient de self en dehors de l'inducteur. Le réglage par le condensateur n'est pas pratique à cause de la difficulté de construire un condensateur simple, à capacité variable, sans perte d'énergie; en outre, en modifiant la capacité sans modifier le régime de charge, on modifie l'étincelle de décharge, le potentiel variant en sens inverse de la quantité à égalité d'énergie potentielle totale. Aussi ai-je cherché un mode de réglage dans la modification du coefficient de self du circuit de décharge en dehors de l'inducteur. J'introduis pour cela dans le circuit, entre le condensateur et le résonateur, une petite bobine de self réglable, et le résultat des expériences que j'ai faites avec les divers résonateurs m'ont prouvé que lorsque l'inducteur et l'induit sont réglés de telle façon qu'on se trouve dans le voisinage du rendement maximum, avec condensateurs et bobines couramment employés, le réglage par la self suffit pour assurer un rendement pratiquement égal à ce maximum. Les spirales, telles que les construisent MM. Radiguet et Massiot, sont ainsi combinées et les résultats obtenus avec la self de réglage sont tout à fait satisfaisants.

## Terminologie électrique.

Six types dans les procédés d'électrisation employés jusqu'à ce jour, sont pour M. A. Tripier : I. PERMANENTE — TENSION, comprenant les *courants continus frankliniens*, le *bain par charge* dit statique, ordinaire ou avec décharge provoquée par souffle. II. PERMANENTE — QUANTITÉ. *Voltaïsation continue.* C'est sous

cette rublique qu'il conviendrait de comprendre aussi la *galvanisation*, dans laquelle sont peu marqués les écarts entre une faible tension et une quantité au défaut de laquelle on supplée par la durée des applications. III. RARE — QUANTITÉ, comprenant la *faradisation par gros fil* au-dessous de 10 interruptions par seconde, les applications *magnéto-faradiques* à ruptures, la *faradisation oscillante* sinusoïdale à vitesse modérée. IV. RARE — TENSION. *Franklinisation* par étincelles espacées, sans ou avec condensateur de faible capacité. V. FRÉQUENTE — QUANTITÉ, répondant à la *faradisation* par gros fil, avec au-delà de 30 à 50 interruptions par seconde, à la *voltaïsation* à intermittences rapides (sous réserve des phénomènes de self-induction), à la *voltaïsation sinusoïdale* à vitesse angulaire plus grande. VI. FRÉQUENTE — TENSION, représentant la *franklinisation immédiate* (par rupture du circuit au niveau de la partie à exciter) sans condensateur, les *frictions* frankliniennes, la *faradisation* par fil fin avec plus de 30 interruptions par seconde. VII. VIBRATOIRE — IMMÉDIATE, par *application des électrodes*, par *franklinisation médiate*, par *effluves* des résonnateurs, par *lit condensateur*. VIII VIBRATOIRE — INDUCTRICE (*autoconduction* de d'Arsonval), par immersion de tout ou partie du sujet dans le solénoïde où se produisent les oscillations vibratoires.

## L'électricité et la narcose chloroformique.

Au cours de recherches instituées par M. S. Jellinek en vue d'étudier l'influence exercée par les courants de haute tension sur l'organisme, il a pu se rendre compte que ces courants déterminent, chez le lapin, soit la mort immédiate, soit des troubles fonctionnels graves plus ou moins persistants : paralysie

des quatre extrémités, paraplégie des membres postérieurs, convulsions, etc. Mais si, avant d'appliquer l'électricité, on soumet l'animal à la chloroformisation et qu'on pousse la narcose assez loin pour que le lapin ne réagisse plus à des excitations intenses, telles qu'affusions chaudes et froides, piqûres au niveau des différentes parties du corps et de la moelle épinière, etc., on voit l'animal, sous l'influence du courant, tomber d'abord en opisthotonos, puis faire des efforts pour se redresser, exécuter des mouvements de rotation autour de l'axe longitudinal de son corps, ouvrir brusquement la bouche et pousser des cris, et très rapidement, au bout de quelques minutes à peine, se dresser sur ses quatre pattes, en gardant une attitude d'effarement. Un animal témoin, chloroformisé en même temps et dans les mêmes conditions que le premier, mais non soumis à l'électrisation, présente une respiration irrégulière et finit par mourir ou, tout au moins, reste profondément endormi encore pendant dix à quinze minutes. Ainsi donc, les courants de haute tension, tout en exerçant une action nocive sur l'animal à l'état de veille, sont susceptibles de sauver la vie aux animaux plongés dans un sommeil anesthésique profond, sans qu'on constate ensuite le moindre phénomène fâcheux pouvant être mis sur le compte de l'électrisation. Sans vouloir, pour le moment, tirer une conclusion pratique de ce fait, M. Jellinek estime, cependant, que la chose mérite d'autant plus d'être retenue que les courants en question se montrent efficaces lorsque les centres nerveux semblent avoir perdu toute excitabilité, l'animal ne réagissant plus aux agents habituels d'excitation. L'auteur se propose de poursuivre ses recherches sur d'autres espèces animales et avec d'autres modes d'anesthésie. (*Wien. klin. Wochensch.*, 7 novembre 1901.)

## L'électrophone.

L'électrophone conçu par le Dr Samuel G. Tracy, de New-York, comprend un dispositif électrique qui combine les principes du microphone et du téléphone et construit dans le but de magnifier le son dans la proportion d'au moins cinq fois sa valeur initiale. Il se présente comme un succédané des trompettes acoustiques et des tubes usités dans la conversation par les personnes un peu dures d'oreille. La partie centrale de l'appareil est constituée par un transmetteur, un récepteur du son, une bobine d'induction d'une construction spéciale et une pile sèche qui ne se renouvelle qu'une fois par mois. L'emploi de cet appareil dans les cas de surdité catharrale chronique a donné des résultats satisfaisants dans la mesure de 80 pour cent, le pourcentage diminue dans les cas de surdités provenant d'autres causes. La valeur thérapeutique de cet appareil s'augmente encore, paraît-il, du fait qu'il restitue une certaine activité à un organe auditif éteint. On dit encore qu'il est d'une grande utilité dans l'éducation et l'instruction données aux sourds-muets. Les procédés électriques possèdent peut-être la vertu, non pas de guérir radicalement la surdité, mais d'apporter un grand soulagement aux personnes atteintes de cette infirmité. Déjà, en France, cette rééducation de l'oreille, mais alors non électriquement, a été tentée avec succès au moyen de sons gradués, par le Dr Gellé.

## Eclairage organique.

Il s'agit de lumière, mais de lumière médicale. Pour la *cystoscopie*, la patiente est couchée sur un plan incliné à 45°, on introduit dans la vessie deux valves courbes de 6 centimètres de long sur 1 centimètre de large ; cette manœuvre a pour effet de faire

pénétrer de l'air dans le réservoir urinaire et de le dilater de la sorte. Dans la concavité de l'une des deux valves est fixée une petite lampe à incandescence, ce qui permettrait non seulement de voir très bien l'intérieur de la vessie, mais aussi de pratiquer, au besoin, le cathétérisme des uretères, si celui-ci se trouvait indiqué, par exemple, en vue d'une intervention chirurgicale au cours de laquelle ces canaux pourraient être sectionnés. L'anesthésie générale, sans être nécessaire, est cependant utile pour rendre l'examen plus facile et plus complet. Il va de soi que toutes les précautions d'asepsie sont de rigueur. Le procédé en question présenterait l'avantage d'être très pratique, sans donner lieu au moindre inconvénient. La dilatation de l'urèthre que nécessite cette cystoscopie directe n'entraînerait jamais d'incontinence d'urine.

— F. Bierhoff adapte au cystoscope de Nitze une lampe de 32 bougies et remplit la vessie d'une solution boriquée à 1 0/0.

— M. G. Jacontini a repris l'éclairage direct de l'estomac par ingestion de lampe à incandescence (Foveau de Courmelles, 1890, in *Electricité curative*, 1894) ; la *gastro-diaphanie* permet de diagnostiquer la gastroectasie, les néoplasmes, et le professeur Boas l'applique constamment. G. Kelling explore aussi directement l'œsophage et l'estomac et même, avec un trocart et un cystoscope spécial, la cavité péritonéale (Analyses de Santoro, in *Annali di Electricite e Terapia fisica*).

## Courants alternatifs de faible fréquence et de grand ampérage.

M. Lucy Hall Brown les produit en un récipient circulaire rempli d'eau et ayant à l'extrémité d'un

même diamètre, un pôle de charbon au centre d'un pivot et mû par un mouvement d'horlogerie ou par un électromoteur, le pivot porte une plaque de charbon ou de métal qui pendant la révolution s'approche ou s'éloigne alternativement des deux pôles fixes. Le courant continu qui arrive aux pôles est transformé en un courant alternatif sinusoïdal de fréquence de une à cinquante alternances par minute. Le patient est en dérivation sur le circuit. Les effets cliniques en sont encore inconnus.

## Un nouveau bain électrique.

Le Dr A. Philipps, de Californie, par son bain électrique, produit des effets extrêmement hygiéniques sur la peau et en nettoie les pores d'une façon complète, fortifie au lieu d'affaiblir comme font toujours les bains chauds. D'ailleurs le mot *bain* électrique, qui éveille toujours une idée de liquide quelconque, est employé ici et dans la plupart des cas analogues, à défaut d'autres expressions plus justes qui devraient désigner ce traitement spécial. En effet, surtout dans le cas présent, le patient ne se plonge dans aucune baignoire, il se contente de revêtir une sorte de robe épaisse en cordes tressées, longue de 2 mètres et suffisamment large pour qu'il puisse s'y envelopper entièrement. Dans l'étoffe de cette robe sont tissées environ 100 mètres de fil de maillechort dont les deux extrémités sont reliées à un commutateur. On fait passer le courant d'une canalisation d'éclairage à travers cette résistance d'un nouveau genre et l'on chauffe ainsi le patient à une certaine température pendant un temps déterminé; ce traitement, suivi d'une friction énergique à la flanelle, provoque une sudation abondante qui guérit souvent.

— On a aussi fait des corsets à treillis métallique appliqué sur la peau et pouvant être reliés à divers courants électriques, par suite constituer à volonté d'utiles bains thoraciques et abdominaux.

— On a encore les *Thermoplasmes* électriques des Drs Larat et Salaghi, basés sur la chaleur développée en des résistances, et le *plastron électrothermique* de Bonnier.

## Traitement électro-magnétique.

Depuis quelques années, M. l'ingénieur Eugène-Conrad Muller, de Zurich, a fondé en Suisse et en Allemagne, sous direction médicale, des établissements spécialement aménagés pour le traitement des malades par un procédé nouveau dont il est l'inventeur. Il s'agit de l'application locale ou générale des ondes d'un champ magnétique puissant dans lequel est placé le malade. Nous avons visité — dit le Dr P. Ladame — l'institut « Salus » à Zurich, pour nous rendre compte de la manière dont fonctionnent ces installations qui intéressent tous les médecins s'occupant d'électrothérapie. Nous trouvons la description suivante des appareils dans un mémoire que M. Muller présenta il y a quelques années à Berne pour obtenir un brevet d'invention.

Le nouveau procédé radio-thérapeutique qui fait l'objet de la présente invention, dit l'auteur, se distingue des méthodes électrothérapeutiques connues autant par les effets physiologiques et thérapeutiques que par la nature même de l'agent employé. Tandis que dans toutes les méthodes usitées jusqu'ici, c'est l'électricité elle-même qui, sous une de ses formes multiples, intervient directement comme agent thérapeutique, dans le nouveau procédé l'électricité ne joue qu'un rôle intermédiaire, elle n'agit pas immédiate-

ment sur le malade, mais seulement comme générateur d'un champ magnétique ondulatoire dont les radiations jouissent de propriétés remarquables.

M. Muller fait passer dans un solénoïde (bobine), un courant électrique ondulatoire (alternatif ou continu du même sens) à basse tension et de basse fréquence, mais de forte intensité (jusqu'à 80 ampères) qui développe dans la bobine des courants alternatifs de self-induction très intenses, dont les lignes de force sont concentrées dans l'axe du solénoïde par le moyen d'un barreau de fer doux. Le corps du malade (ou la partie du corps sur laquelle on veut agir) est traversé par les lignes de force du champ magnétique ondulatoire, de telle sorte que les ondes magnétiques viennent frapper le corps normalement à sa surface.

Quels sont les résultats thérapeutiques obtenus par ce procédé, qui paraît jouir d'une grande vogue dans les villes où il est installé? (On nous a affirmé qu'à Berlin il se présente souvent 60 à 80 personnes journellement pour se soumettre à ce genre de traitement.) Il est difficile de se prononcer maintenant sur ce point, car on peut dire que partout la nouvelle méthode est encore à l'étude. Il existe toutefois déjà plusieurs publications de confrères qui ont expérimenté avec avantage le traitement par les radiations électro-magnétiques. On nous dit que le nouveau procédé n'a absolument aucun effet irritant ou douloureux (le malade ne sent rien lorsqu'il est placé dans le champ magnétique) et qu'il est exempt de tout danger. Nous pensons cependant que dans certains cas d'affection organique des centres nerveux il pourrait y avoir des inconvénients à faire passer à travers la tête, par exemple, des ondulations magnétiques d'une si haute intensité, qui se manifestent très nettement par la sensation optique d'un éclair lumineux. Dans tous

les cas, un examen soigneux des malades doit avoir lieu par le médecin qui dirige la cure et en surveille les effets.

Nous devons signaler aussi — dit le Dr Ladame — les différences essentielles qui existent entre le procédé Muller et les courants de haute fréquence. Dans cette méthode, le malade est placé sous l'influence d'un solénoïde parcouru par un courant alternatif de haute tension et de haute fréquence, mais de faible intensité (quelques milliampères seulement). C'est précisément l'inverse de ce qui existe dans l'application du procédé Muller. Ici l'action électro-conductrice est nulle sur le patient, qui est placé en dehors du champ d'induction du solénoïde. Par contre, le champ magnétique engendré par l'électro-aimant est d'une très grande intensité. Le sujet placé sur le parcours de ce flux de force magnétique, en dehors du champ d'induction électrique du solénoïde est donc soumis exclusivement à l'influence magnétique du champ ondulatoire. La possibilité, en haute fréquence, de concentrer sur une surface donnée un flux de force magnétique efficace, n'existe pas car, d'une part, ces courants ne peuvent engendrer qu'un flux d'induction magnétique très faible et, d'autre part, les alternances de ce flux sont si rapides que même le fer doux ne réagit pas sur les lignes de force et demeure impuissant à les concentrer.

— Personnellement, nous avons vu, à Berne, lors du Congrès, les expériences physiques très intéressantes qui justifient les phénomènes médicaux.

— M. le Dr Stéphane Leduc, au Congrès de l'Afas de Montauban, compare les phénomènes de diffusion avec les phénomènes électro-magnétiques ; ils donnent lieu à la production de champs de force ayant les mêmes caractères et les mêmes aspects que les champs

de force magnétiques. On peut voir les spectres de ces champs de force se former sur l'écran ; ils peuvent être photographiés. Les lignes de force des champs bipolaire de diffusion avec pôles de même signe se repoussent. Dans un champ bipolaire de diffusion avec pôles de noms contraires, les lignes de force unissent les deux pôles.

— Ainsi s'expliqueraient sans doute l'action sur le malade des forces magnétiques voisines, certains malades ne pouvant par exemple dormir que si leur corps est placé dans le plan du méridien magnétique terrestre ; d'autres perpendiculairement...

## Dosage des ions introduits par l'électrolyse.

En 1890, à l'Institut, les phénomènes chimiques de médicaments électrolysés au contact des téguments et non simplement transportés sur l'organisme, comme on l'avait cru jusque-là, étaient signalés ; ils constituaient une nouvelle et puissante méthode thérapeutique qui n'ayant pas encore de nom reçut celui de *bi-électrolyse*, de Foveau de Courmelles. Depuis on l'a codifiée et étendue. Si l'on calcule, dit le Dr S. Leduc, au moyen de la loi de Faraday, le poids $P = Qe$ d'ions que doit introduire dans les tissus une quantité Q d'électricité, on trouve que les effets produits dans les diverses expériences ne sont pas en rapport avec les quantités calculés. C'est qu'il faut, pour obtenir le poids de la substance introduite, tenir compte des vitesses relatives des ions. Ce n'est qu'au cas où l'ion considéré se déplacerait seul, l'ion sollicité en sens contraire restant complètement immobile, que la quantité de substance introduite serait proportionnellement équivalente aux poids des ions dégagés sur chaque électrode.

| | *Anode.* | *Corps.* | *Cathode.* | |
|---|---|---|---|---|
| | $\overline{Li}$ Li | $\overline{Na}$ Na | $\overline{K}$ K | |
| + | Br Br Cl | Cl I | I | — |

Les anions se déplacent alors que les cathions restent immobiles; un K est dégagé à la cathode, un Br à l'anode, et un I a pénétré dans le corps sous la cathode; mais ce cas est rare, peut-être se présente-t-il pour les ions qui à leur entrée déterminent, par réaction secondaire, un précipité; comme l'ion permanganique qui, à son entrée, attaque les tissus, et donne lieu à la production de bioxyde de manganèse insoluble, qui remplit les glandes; le courant n'est alors formé que par la sortie des cathions de l'organisme. D'après la loi de Kohlrausch, la conductibilité d'un électrolyte est proportionnelle à la somme $u + v$ des vitesses respectives $u$ et $v$ de chacun des deux ions; les parts contributives de chacun des deux ions au transport de l'électricité sont $\frac{u}{u+v}$ et $\frac{v}{u+v}$; c'est en multipliant par l'un ou l'autre de ces facteurs le produit de la quantité d'électricité Q, par l'équivalent électrochimique $e$, que l'on aura le poids introduit de l'ion correspondant, soit $\frac{u}{u+v} \times Q \times e$ pour l'ion de vitesse $u$, $\frac{v}{u+v} \times Q\, e$ pour l'ion de vitesse $v$.

Si $u = v$ le facteur de correction est $\frac{1}{2}$ et la quantité de substance introduite dans les tissus est le demi-équivalent de celle qui se dégage à chaque électrode.

| | *Anode.* | *Corps.* | *Cathode* | |
|---|---|---|---|---|
| | $\overline{\phantom{L}}$ Li | $\overline{Li}$ Na | Na $\overline{K}$ K | |
| + | Br Br Cl | Cl I | I | — |

Deux K sont dégagés à la cathode, deux B*r* à l'anode, alors que dans le corps n'ont pénétré qu'un seul L*i* sous l'anode, un seul I sous la cathode. On se rendrait compte de la même manière de ce qui se passe pour un rapport quelconque entre *u* et *v*.

## Cataphorèse iodique.

Le Dr Jacob Nardi, depuis 1900 a observé de nombreux malades atteints d'hypertrophie de la glande thyroïde, et pratiqué sur eux la « cataphorèse iodique », lisez *bi-électrolyse* (1890) ou *transport électriques desions*. De même en 1901, il a eu des cas plus nombreux et a pu suivre plus longtemps ses malades, et ainsi réunir un nombre de cas suffisants. Il emploie la teinture d'iode pure avec pôle *positif* sur la région malade avec 15 à 20 M A. et 10 à 40 minutes. Les résultats seraient d'abord rapides, puis lents, mais l'auteur qui se réclame des lois de Faraday oublie que le pôle positif retiendra l'iode qu'il attire, aussi ses succès n'en sont-ils que plus intéressants à noter.

## Le bain hydro-électrique.

Le Dr Hedley étudie les principes physiques sur lesquels il repose. Les applications thérapeutiques. (*Gazette des Eaux.*) — Quelle est dans le bain la proportion du courant qui passe à travers le corps du malade plongé dans ce bain?

Lorsque l'immersion est complète, elle est de 25 p. 100. C'est le courant moyen. Dans une section donnée d'un conducteur formé de deux corps à résistance spécifique différente et placés parallèlement, la proportion du courant total qui traverse chaque branche varie directement, comme les surfaces de section de chacune des branches et en raison inverse de leurs résistances respectives.

Or, la moyenne de la résistance propre du corps est seulement la moitié de celle de l'eau. Donc, si le tronc du corps occupe la moitié de la section du bain (ce qui est le cas lorsqu'il est placé à angle droit sur la direction du courant), le courant qui traverse cette portion du corps sera de 2/3 du courant total. Or, prenons une section verticale du bain à la position des chevilles. Cette portion du corps peut occuper seulement 1/50 de la section totale, et alors le courant traversant cette portion ne sera que les 4/100 de la totalité. En résumé, on peut dire que la proportion du courant total qui est pris par le corps varie avec la température de l'eau (c'est-à-dire avec sa résistance spécifique), avec le volume total de l'eau, le volume et la résistance de l'eau déplacée, la résistance spécifique du corps immergé et la position que ce dernier occupe relativement à la position de l'eau du circuit. Cependant, dans les conditions ordinaires on peut affirmer que le courant moyen qui passe à travers le corps est environ 25 p. 100 du courant total et que le maximum se rapproche de 50 p. 100, c'est-à dire ce qui passe à travers le tronc. Certaines peaux qui rougissent et qui ont des sensations de fourmillement hors de proportion avec l'intensité du courant qui passe à travers le corps ont été rencontrées. On a suggéré que cela peut être dû à des lignes du courant venant frapper le corps et revenant ensuite passer autour de lui. Mais d'après ce qui vient d'être dit, l'explication se trouve par le courant plus intense qui passe réellement à travers le corps. L'action douce et non douloureuse d'un tel courant n'est pas étonnante, elle peut être expliquée : 1° par la surface considérable de la peau exposée au courant; 2° par l'effet de l'eau chaude sur la peau qui est immergée. Un point dans la construction du bain ne doit pas être oublié : c'est que dans les électrodes fixes, il ne faut pas con-

server pendant le traitement celles qui ne sont pas utilisées et qui sont souvent nombreuses. Il est certainement commode d'avoir des coupe-circuits envoyant le courant à l'une ou à l'autre électrode ; mais étant donné l'effet que la présence du métal des électrodes a sur la distribution du bain, il vaut mieux sacrifier la commodité à la distribution de l'électricité. Un autre point concernant l'organisation du bain qui mérite d'être signalé est le diaphragme de Gaertner qui divise les bains en deux parties, si bien que le courant est concentré sur une partie du *corps*. Ce n'est pas non plus un avantage.

## Actions physiques antituberculeuses.

M. le Dr Foveau de Courmelles a étudié les diverses modalités électriques aux Congrès des sociétés savantes de Paris et d'Électrologie de Berne, 1902 : Tous les agents électro-physiques peuvent améliorer ou guérir les tuberculoses, quelles qu'elles soient, à la condition d'être bien maniés, dosés et proportionnés à l'état du malade. *L'ozone* en grande quantité convient au début de la phtisie, et en moindre dose ensuite, de là, le choix des stations d'altitude, des forêts de pins... selon la période morbide, et l'on n'en tient généralement pas assez compte. Son état dans l'atmosphère, en excès lors des épidémies de grippe, n'est pas non plus sans agir sur le tuberculeux, ce qui peut fournir aussi un élément d'appréciation sur les stations à choisir. La lumière, *héliothérapique* et *photothérapique* a donné aussi des succès ; la lumière chimique, seule, a donné à l'auteur les premiers résultats publiés. La *galvanisation*, la *bi-électrolyse* avec des ventouses à demi remplies de liquides médicamenteux (créosote, iodure, antiseptiques) et appliquées sur la peau, en face

des lésions lui a également donné, depuis 1890, des cures certaines. La *franklinisation* ou *maratisation,* avec, également des médicaments surajoutés, a produit, depuis 1894, à divers thérapeutes, des résultats très nets. La *faradisation générale*, sorte de grand massage, est également efficace. Les *courants de haute fréquence,* comme, depuis, la lumière chimique, en augmentant la nutrition et le poids des patients.

— De son côté, le Dr S. M. Bourak, de Kharkoff, voit dans la galvanisation et la faradisation des influences biologiques et microbicides.

## L'électricité gynécologique.

Les *courants triphasés*, empruntés au secteur, quelle que soit leur intensité, ne présentent aucun danger pour l'organisme humain, d'après les Drs N. Sletoff et N. Ivanoff. Sous l'influence de ces courants, la peau devient très rouge au point de l'application des électrodes, mais on n'observe jamais des brûlures ou des eschares, comme cela a lieu souvent à la suite de l'application du courant continu. Déjà une intensité, relativement faible du courant provoque une contraction très énergique des muscles striés et lisses, et exerce une action tonifiante sur le muscle. La contraction musculaire présente un caractère ondulatoire et fibrillaire. Le courant triphasé diminue notablement l'excitabilité nerveuse, et devient ainsi utile dans les cas d'hyperesthésie locale et générale. Il exerce une action vaso-dilatatrice très marquée non seulement à la surface de la peau, mais aussi dans la profondeur des tissus et des organes auxquels il est appliqué. L'hyperhémie qui en résulte est, non seulement superficielle, mais aussi profonde et pour ainsi dire interstitielle. Ces données résultant d'un grand nombre de

recherches faites chez l'homme sain, ont encouragé les auteurs à appliquer le courant triphasé au traitement des affections génito-urinaires chez la femme. Les résultats obtenus permettent de conclure à l'action très favorable de ce courant dans les différentes formes inflammatoires de l'utérus et de ses annexes ; la sécrétion morbide diminue, l'hémorragie est supprimée, les exsudats se résorbent, les douleurs cessent et l'utérus reprend sa forme et ses dimensions normales. Les fibromes diminuent de volume et présentent un arrêt de développement temporaire, ce qui permet de retarder beaucoup l'intervention chirurgicale. L'incontinence d'urine, qui relève d'un affaiblissement des muscles du col de la vessie, s'améliore sensiblement sous l'influence de ce traitement, qui exerce en même temps une action des plus favorables sur l'état général de la malade. Ce travail est accompagné de 23 observations personnelles qui militent en faveur de l'application du courant triphasé en gynécologie.

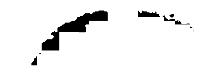
— Mironoff, employant *l'électrisation de l'utérus*, dans toutes sortes d'affections gynécologiques, a fait cette constatation que, lorsqu'on introduit l'électrode dans le col de l'utérus ou un peu au-dessus de l'orifice interne, on détermine une *contraction utérine* plus intense que lorsque l'électrode est introduite dans la cavité utérine à proprement parler. Si l'on se sert de l'électrode bipolaire d'Apostoli, la contraction utérine est la plus énergique. Il a donc eu l'idée de recourir à l'électrisation de l'utérus par cette électrode dans le but *d'interrompre la grossesse*, et ce procédé lui a donné d'excellents résultats. Il procède de la façon suivante : La femme placée sur une table ou sur un fauteuil gynécologique, les organes génitaux externes et le vagin lavés au savon et à une solution de formaline ou de lysol, on introduit un spéculum Cusco, on

nettoie le canal cervical à l'aide de petits tampons trempés dans une solution de lysol à 2 0/0. Ceci fait, l'électrode est introduite dans le canal cervical et le courant est établi ; ce courant est porté progressivement à 50 + 5 — 100 milliampères. La durée de la séance est d'un quart d'heure ; la malade peut vaquer après à ses occupations habituelles. Après l'électrisation, la portion vaginale de l'utérus et le vagin sont de nouveau nettoyés à l'aide de petits tampons imbibés d'une solution de lysol à 2 0/0. Le nombre des séances, nécessaire pour obtenir l'interruption de la grossesse, ne dépasse généralement pas trois. (Traduction Goldman, in *Revue d'Andrologie et de Gynécologie*). Foveau de Courmelles a eu l'occasion d'observer à sa clinique en 1892 et après son accouchement une femme électrisée pendant le début de sa grossesse méconnue, trois fois par semaine pendant trois mois et dont la grossesse continua son cours normal, mais l'enfant naquit et garda un léger tic convulsif du côté droit.

— Le *Traitement des fibromes utérins par le courant galvanique* appliqué par M. Poloubagatoff-Galbreich depuis six ans lui a donné, le plus souvent, de forts bons résultats. L'action favorable se manifeste par une diminution de volume de la tumeur, des hémorrhagies et des troubles nerveux.

— M. Laquerrière revient également sur la question, en définissant l'intolérance électrique ; il en démontre l'action hémostatique du pôle positif même dans les cas de cancer utérin.

— Le *curettage électrique* est, au Congrès d'Electrologie de Berne, repréconisé par le Dr Foveau de Courmelles : « Depuis 1892, où Péan présenta, à l'Académie de Médecine de Paris, la méthode de diagnostiquer dans la cavité utérine les points lésés et de les cautériser par le même appareil, certains perfection-



nements sont intervenus. Le cautère présenté au Congrès, est recourbé pour mieux pénétrer au siège de l'endométrite, dans la cavité de l'utérus dont le col a été dilaté la veille. Deux courants électriques, l'un faible, explorateur, l'autre thermique, cautérisant, sont nécessaires ».

— La *constipation* si fréquente chez la femme, l'*entérocolite membraneuse* sont également traitées au Congrès de Berne, par MM. Laquerrière et Gaston Bloch.

— La voltaïsation interne, le courant de Watteville employé avec la bobine à gros fil, et l'électricité statique sous forme d'effluves dans la fosse iliaque, donnent de bons résultats.

## Applications diverses de la galvanisation.

M. E. Albert Weil démontre au Congrès de Berne, que l'électrothérapie a, en orthopédie, un rôle préventif des difformités de toutes les maladies nerveuses ou diathésiques de l'enfance qui peuvent entraîner des déformations des membres ou du tronc, et un rôle curatif contre les difformités elles-mêmes, une fois qu'elles sont constituées. Remède préventif, sous forme de galvanisation à faible intensité, elle doit être utilisée dès la disparition des accès fébriles dans la paralysie infantile, dès la constatation de la maladie contre l'hémiplégie infantile; immédiatement après la naissance dans la paralysie obstétricale du plexus brachial, dès la cicatrisation cutanée contre les traumatismes des conducteurs nerveux. Remède curatif des difformités réductibles manuellement, elle a à intervenir en même temps que des massages, de la gymnastique dans le traitement de la paralysie infantile à la période de chronicité, dans le traitement de l'hémi-

plégie spasmodique, à cette même période des pieds creux, de la scoliose, des pieds plats, des pieds bots congénitaux, aussi bien dans les cas guérissables sans opération que dans les cas opérés, après l'opération, des atrophies musculaires, de certaines ankyloses. Dans les cas anciens de paralysie infantile, la galvanisation du membre suivie d'excitation séparée des divers groupes musculaires lésés peut rappeler une certaine vitalité même lorsque celle-ci était prête de disparaître; contre le pied creux réductible manuellement, la galvanisation générale du membre et la faradisation au tampon des muscles reconnus hypoexcitables est très efficace. — Le Dr Schnyder confirme les faits par sa communication sur l'augmentation de la force musculaire par les courants continus. — Contre la *sciatique*, M. Allard préfère le courant galvanique stable, déjà vieux d'un siècle. Une électrode souple de grande surface (400 à 500 centimètres) recouvre toute la région lombaire où elle est uniformément et solidement appliquée; elle est reliée au pôle positif d'une batterie de piles ou d'accumulateurs; le pôle négatif communique avec une électrode en charbon placée dans l'eau tiède d'un récipient en faïence où le malade plonge le pied jusqu'au-dessus de la cheville; dans le circuit se trouvent un rhéostat ou un réducteur de potentiel et un milliampèremètre. On commence toujours par une intensité faible, on augmente progressivement jusqu'à 10 ou 12 m A. et on ne dépasse pas cette dose si les douleurs sont vives, mais on prolonge l'application pendant 30 ou 40 minutes; si les douleurs sont subaiguës on peut augmenter l'intensité et arriver à 20 ou 25 m A. sans danger de brûlure grâce au dispositif que nous avons indiqué; alors la séance dure moins longtemps (15 à 20 minutes).

— Contre la *sclérodermie*, M. Acchiotté Peppo confirme les résultats de 1901 de M. Brocq.

— Contre le *rhumatisme blennorrhagique*, M. L. Delherm confirme les résultats classiques de la galvanisation contre le rhumatisme ordinaire.

— M. A. Bernheim a traité avec succès des *anévrysmes* par l'acupuncture positive, comme Boudet de Paris. Les séances varièrent de 16 à 70 minutes, de 10 à 80 et 100 M. A. en allant progressivement.

— L'électrolyse a donné contre le xanthélasma au Dr P. Pansier, et contre les kératites, à M. Gallemaerts, d'excellents résultats. Contre l'ozène, l'électrolyse cuprique a réussi à M. Youze.

— *Dans les maladies aiguës ou fébriles*, MM. Moutier et Chatzky démontrent à Berne que l'électricité ne doit pas être réservée aux seules affections chroniques, mais encore aux maladies aiguës. Le raisonnement et quelques faits expérimentaux viennent à l'appui. A ce propos, M. Benedikt dit que pour le courant continu les pôles sont indifférents. M. Laquerrière se range à cet avis. M. Albert Weill le combat et le Dr Foveau de Courmelles dit que l'action polaire, qui n'est pas celle du sens des courants, est très importante. En effet, le pôle positif est calmant, le négatif, irritant et vésicant ; il y a donc des cas où ces différences devront être utilisées.

— MM. N. Sletoff et P. Pastnikoff, par trois observations il y a trois ans, par deux aujourd'hui, démontrent *l'efficacité de l'électrolyse* dans le traitement du *rétrécissement cicatriciel de l'œsophage.*

Les deux malades actuels ont contracté un rétrécissement de l'œsophage d'origine toxique (caustique), ne cédant à aucun traitement médicamenteux ni au cathétérisme appliqué méthodiquement. Du reste, au moment de se soumettre à l'électrolyse, les rétrécisse-

ments étaient si grands chez ces malades que l'olive nº 1 (nº 30 de la série de Charrière) ne passait pas. Déjà, après la cinquième ou la sixième séance de l'électrolyse, l'olive nº 6 franchissait facilement l'endroit rétréci et les malades pouvaient très bien avaler une nourriture solide (pain, viande, etc.). C'est l'électrolyse circulaire que les auteurs appliquent toujours; ils confirment ce procédé comme préférable à l'électrolyse linéaire.

— M. Leuilleux, pour diminuer la sensation parfois douloureuse des électrodes, ajoute de la glycérine au liquide de l'électrode.

## Thérapeutique par la haute fréquence.

*Comme traitement des engelures et des ulcérations torpides de la peau,* le Dr Ezio Luisada s'en est bien trouvé. L'appareil circulatoire est très sensible à ces courants. Avec un certain dispositif on obtient une grande vascularisation de la peau et un abaissement de la tension sanguine. Avec d'autres dispositifs on peut augmenter la pression (Moutier) beaucoup plus vite qu'avec aucun autre moyen.

Pour la circulation de la peau, les effets sont prompts et constants dans ses lésions provoquées par le froid. Au Congrès de Paris, Thiellé, dans les engelures et les gerçures, se servait de l'effluve du résonateur Oudin. Cinq malades atteint d'engelures de différents degrés ont été traités par M. Luisada : un enfant de quatorze ans, d'aspect florissant, à tendance à l'obésité ; deux enfants de cinq et huit ans atteints, le premier de paralysie infantile de moyenne intensité, l'autre de paralysie grave ; un enfant de douze ans sain, pas lymphatique, mais soumis à des travaux fatigants. L'observation dernière a trait à une femme

de quarante-trois ans, anémique. Dans les deux autres cas la guérison fut aussi très rapide sans récidive, même par des froids intenses. L'eau chaude aide le courant à pénétrer,

— Le *Traitement des hémorroïdes et des fissures de l'anus*, par MM. P. M. Schdanoff et Joulia se confirme. Le premier a appliqué les courants de haute tension et de haute fréquence chez 85 malades atteints d'hémorroïdes et de fissures de l'anus. Il se servait de la méthode bipolaire avec ou sans résonateur; la durée de chaque séance ne dépassait pas cinq minutes; dix applications suffisent en général et le soulagement a lieu dès la première application.

— L'effluve électrique (statique ou haute fréquence) agit contre le chancre mou (Alberto Diaz de la Quintana).

— *Le traitement de la dilatation atonique de l'estomac par les courants* a été employé par les Drs A. Crombie et T. J. Bokenham (de Londres), peu satisfaits des moyens thérapeutiques habituels. Leurs essais sur 17 sujets atteints, depuis un laps de temps variant entre plusieurs mois et quinze ans, de dilatation gastrique d'origine non obstructive ont réussi. Avant de procéder au traitement, MM. Crombie et Bokenham avaient soin de délimiter aussi exactement que possible l'estomac; ils renouvelaient cet examen immédiatement après l'électrisation. Ils furent ainsi à même de constater que, sous l'influence des courants de haute fréquence, l'organe en question subit une réduction de 1 centimètre 25 à 1 centimètre 90 dans tous les sens. Cet effet fut absolument constant. Les séances d'électrisation étaient répétées tous les jours. Les malades étaient, en outre, soumis à un régime alimentaire approprié (quantité de boissons réduite au minimum, proscription absolue des mets indigestes, etc.). Il im-

porte, toutefois, de faire remarquer que le succès du traitement ne saurait être attribué à la diététique, puisque quelques-uns des malades en question avaient suivi le même régime pendant un laps de temps plus ou moins long (six mois dans un cas), sans en retirer un bénéfice sensible, tant qu'on n'avait pas eu recours aux courants de haute fréquence ; par contre, dès qu'on commença l'électrisation, on vit se manifester une amélioration très notable, et, après un nombre de séances variant de dix à vingt, l'estomac avait récupéré sa position et ses dimensions normales. En même temps, la digestion redevenait également normale chez 15 patients sur 17. La guérison une fois obtenue, il est bon de maintenir, pendant quelque temps encore, le même régime alimentaire, les écarts diutétiques pouvant amener des troubles digestifs, voire même une nouvelle dilatation de l'estomac, comme MM. Crombie et Bokenham ont eu l'occasion de le constater chez un de leurs malades. Sans vouloir considérer, d'ores et déjà, les effets produits par le traitement dont il s'agit comme une cure radicale de l'atonie gastrique, MM. Crombie et Bokenham estiment cependant qu'aucun des moyens usuels n'aurait pu donner, dans le même laps de temps, des résultats aussi encourageants, surtout en ce qui concerne la réduction du volume de l'estomac.

## Ozone et hautes altitudes.

MM. E. Solly, Marcellin Cazaux (Eaux-Bonnes), ont étudié l'action des hauteurs sur l'organisme. M. Solly a expérimenté sur 25 jeunes étudiants bien portants du collège de Colorado Springs. Il examina le sang plusieurs fois en le recueillant chaque jour à la même heure. L'altitude de Corolado Springs est de 1980 mètres. Les jeunes gens y résidaient depuis huit ans. Le plus âgé

avait 28 ans, le plus jeune 17. Le nombre des hématies était de 5.927.000 et la proportion d'hémoglobine de 101,7. La durée du séjour semble avoir une influence très marquée sur les modifications du sang. Chez quatre indigènes et chez trois autres qui vinrent habiter le Colorado avant l'âge de sept ans, la moyenne des hématies était de 5,724,55 et la proportion d'hémoglobine de 101,7. Au contraire, chez 16 étudiants dont le séjour au Colorado variait entre 7 mois et 3 ans, les moyennes étaient plus élevées, soit 6,705,117 pour les hématies et 102 pour l'hémoglobine. Cela semblerait indiquer que, chez les gens nés sur les hautes altitudes, ces moyennes sont plus élevées que chez ceux qui sont nés à des hauteurs faibles. Mais il faudrait aussi conclure que l'on a avantage à ne pas prolonger le séjour sur les hautes altitudes, sans faire de temps en temps des séjours au bord de la mer. Etant donnée la grande quantité d'ozone sur les hauteurs (Maurice de Thierry), la prudence s'impose.

— M. Delherm, aussi, confirme l'action connue de l'ozone dans la coqueluche.

— M. Lenox Curtis relate 250 cas où il a ozoné ses malades avec une bobine d'un million de volts à 1/6 d'ampérage, et en conclut que la méthode même est très efficace soit en cas de maladies chroniques, soit en celles aiguës. Il en a relevé les effets positivement salutaires en cas de *tuberculose*, *syphylis*, *cancer*, *ataxie locomotrice*, *neurite*, *torticolis*, *parèsie*, *névrasthénie*, *diabète*, *maladie de Bright*, *oophorites*, *dysménorrhée*, ainsi que dans l'*anémie* et dans la *leucémie*. En cas de tuberculose pulmonaire, avec fièvre et une évidente infection bactérique mixte, il pratiqua deux séances d'ozonisation électrique par jour et il constata que les crachats devinrent plus liquides, les sueurs nocturnes diminuèrent, les aliments n'étaient plus re-

jetés. Après une à deux semaines le pouls et la respiration s'améliorèrent, l'expectoration était plus libre et contenait des fragments de tissus et grand nombre de bacilles. Mais ensuite l'observation quotidienne des crachats démontra que les bacilles diminuaient, grâce à l'*ozonisation.*

# CHAPITRE XIV

# RADIOGRAPHIE

Radioactivité. — Tubes de force d'un champ magnétique rendus visibles par les rayons cathodiques. — Action chimique des rayons X. — Le linceul de Turin et les actions photogéniques. — Nouveaux interrupteurs. — Stéréoscopie. — Projections orthogonales radioscopiques. — Radiographies avec les bobines de Ruhmkorff. — Mesure des rayons X. — Radioscopie. — Radiographie de spina ventosa. — Mensuration du bassin. — Os et rayons X. — Radiothérapie. — Accidents des rayons X. — Rayons X et peintures.

## Radioactivité.

La conductibilité des diélectriques liquides varie sous l'influence des rayons du radium et des rayons Rœntgen. — M. Curie a reconnu que les rayons du radium et les rayons de Rœntgen agissent sur les diélectriques liquides comme sur l'air en leur communiquant une certaine conductibilité électrique, et a fait ses recherches à l'aide d'un appareil d'expérience qu'il décrit en détails. D'après ses essais, l'auteur a reconnu que l'accroissement de conductibilité par l'action des

rayons du radium ou des rayons de Rœntgen semble se produire pour tous les diélectriques liquides ; mais, pour constater cet accroissement, il est nécessaire que la conductibilité propre du liquide soit assez faible pour ne pas masquer l'effet des rayons. Les liquides étudiés avec le même appareil et avec le même produit radiant très actif, se comportent différemment ; le courant est proportionnel à la tension quand celle-ci varie entre 0 et 450 volts et cela même quand la distance des électrodes ne dépasse pas $6^{mm}$. On peut considérer la conductivité provoquée dans divers liquides par le rayonnement d'un sel de radium agissant dans les mêmes conditions. Un tableau donne la conductivité trouvée pour différents liquides dont quelques-uns sont des isolants à peu près parfaits quand ils sont à l'abri des rayons et qu'on les maintient à température constante. Tels sont : l'air liquide, l'éther de pétrole, l'huile de vaseline et l'amylène. — Poursuivant des recherches sur la nature de la modification électrique produite par la radioactivité, après avoir reconnu la rapidité de l'apparition et de la disparition du phénomène dans l'air et qu'il arrive presque immédiatement à son maximum d'intensité, M. Tommasina a constaté que la conductibilité des diélectriques liquides et solides semble augmenter également sous cette action. La radioactivité est très forte en l'air du sol et des caves (Elster et Geitel).

— Pour W. Crookes, la radioactivité, qui s'exerce comme une sorte de brouillard et la théorie des électrons s'accordent ; le polonium a ses émanations le plus rapidement arrêtées par l'air ambiant. Les rayons ultraviolets seraient de même rapidement détruits (Gustave Le Bon) ou interceptés (?) par l'air.

## Tubes de force d'un champ magnétique rendus visibles par les rayons cathodiques.

L'étude des phénomènes électriques a présenté souvent de grandes difficultés faute de pouvoir matérialiser en quelque sortes certaines hypothèses, fort justes d'ailleurs, mais dont le calcul seul parvenait à reconnaître l'exactitude, aussi croyons-nous intéressant de signaler l'étude présentée à l'Académie par M. Pellat. Celui-ci, en poursuivant ses études sur l'action d'un champ magnétique sur les tubes de Geissler, a trouvé que les rayons cathodiques suivent la direction du champ magnétique et ceci avec des apparences qui constituent un phénomène extrêmement curieux : Dans un champ magnétique intense le faisceau cathodique qui s'échappe d'une cathode en forme de plateau dessine exactement le tube de force magnétique ayant pour base la surface de la cathode, les vapeurs cathodiques partant uniformément de toute la surface du plateau. Le phénomène est totalement différent de celui que produisent les rayons anodiques, qui ont bien aussi une tendance à suivre les lignes de force du champ, mais qui partant du bord du plateau formant l'anode, ne dessinent nullement un tube de force ayant le plateau pour base. M. Pellat désigne par flux A les rayons cathodiques qui suivent la loi ci-dessus, pour les distinguer d'autres rayons cathodiques différant du flux A, non seulement par la couleur mais aussi par d'autres propriétés. Ce flux A, nous apprend l'auteur, n'est soumis à aucune action électromagnétique tendant à le dévier perpendiculairement aux lignes de force, que le champ soit intense ou faible. Il s'échappe toujours de la cathode dans la direction du champ, que cette direction soit normale, oblique ou

tengentielle à la surface. Donc le flux cathodique ordinaire placé dans un champ magnétique intense dessine le tube de force magnétique ayant pour base cette cathode. M. Aimé Witz avait déjà signalé que les rayons cathodiques suivaient les lignes de force d'un champ magnétique, mais sans indiquer que l'ensemble forme un tube de force homogène, ce qui distingue le phénomène de celui présenté par d'autres rayons qui suivent aussi les lignes de force, mais qui, partant des bords des électrodes d'une façon irrégulière, ne dessinent pas du tout le tube ayant pour base l'électrode.

Or on sait que le flux cathodique dans un champ magnétique faible est dévié par la force électromagnétique perpendiculairement aux lignes de force. Dès lors on peut supposer que le phénomène dans lequel le flux cathodique forme un tube de force à parois parfaitement nettes dans un champ intense est dû à ce que ces rayons s'enroulent autour des lignes de force par suite de la force électro-magnétique, et que ces spires, très voisines de l'axe, dessinent grossièrement cet axe. Cette explication, dit M. Pellat, est inexacte, ainsi que le fait ressortir une deuxième communication, laquelle montre qu'il existe une cause qui tend à diriger les rayons cathodiques suivant les lignes de force. Cette cause augmente très rapidement avec l'intensité du champ, de sorte que, si l'action de la force électromagnétique est prépondérante dans les champs faibles, elle commande complètement le phénomène dans les champs forts, masquant l'effet de la force électromagnétique.

## Action chimique des rayons X.

Depuis longtemps déjà on a constaté que les rayons cathodiques décomposent les matières sensibles à la lumière. La cause de ce phénomène a été indiquée par

M. Goldstein, qui a fait voir que, à l'endroit frappé par les rayons cathodiques, il se formait une couche extrêmement fine de lumière extra-violette. Mais on peut se faire une idée de l'action constatée. D'après les idées actuelles des physiciens (*Revue scientifique*), les rayons cathodiques sont formés de petites particules chargées négativement et qu'on a appelées *électrons ;* quand ces particules rencontrent un sel tel que le chlorure d'argent par exemple, composé d'atomes d'argent à charge positive et d'atomes de chlore à charge négative, on peut admettre que les électrodes saturent la valence de l'argent. L'atome d'argent ne peut plus dès lors retenir qu'une partie du chlore et l'autre partie s'unit soit avec une autre électrode à charge positive, soit avec une molécule indifférente de chlore ; il reste du sous-chlorure d'argent. Si cette manière d'envisager les choses est exacte, il est clair que les rayons cathodiques doivent réduire toutes les combinaisons à radical acide volatil. C'est ce qu'a vérifié M. Schmidt, qui rend compte de ses travaux dans les *Annalen der Physik* (1902, n° 2) et conclut ainsi : « Les rayons cathodiques ont une action réductrice très marquée. Ils agissent, non pas en donnant lieu, au point où ils frappent, à la formation de lumière extra-violette, mais plus probablement en saturant la valence électrolytique du métal. Celui-ci ne peut dès lors plus retenir la totalité du radical acide, et une partie de ce dernier s'échappe, s'il est volatil. Pour les sels dont le radical acide n'est pas volatil, il ne se produit, sous l'influence des rayons cathodiques, qu'une dissociation en ions et, seulement après une action plus prolongée, éventuellement une faible réduction.

M. J. Mackensie Davidson a parlé devant la Royal Institution des rayons X et de leur action photogra-

phique (1). Il démontre entre autres choses que l'action des rayons X sur une pellicule photographique est très différente de celle de la lumière. Prenant une plaque sensible, il la place devant un dessin métallique et expose le tout aux rayons Rœntgen pendant deux minutes en évitant la projection de toute autre lumière : retirant alors la plaque de son enveloppe il l'expose pendant cinq minutes à la lumière électrique servant à l'éclairage de la salle. Au développement, la plaque révèle une image renversée, le dessin venant en noir sur fond blanc. Le même résultat ne peut être obtenu par l'exposition à la lumière ordinaire du jour de la plaque qui est soumise ensuite à l'action des rayons X. Cette expérience suggère à l'auteur la possibilité de fabriquer des plaques plus sensibles aux rayons X qu'à la lumière ordinaire et qui pourraient être développées en plein jour, avantage incontestable puisqu'il supprimerait la chambre noire. Ainsi s'expliqueraient sans doute les différences thérapeutiques des rayons X ou des rayons violets (V. *Photothérapie*), de même vitesse de propagation cependant (L. Blondlot).

(1) Lorsqu'une plaque photographique impressionnée ou non est enveloppée dans un papier portant des caractères imprimés, les caractères se reproduisent sur la couche sensible. Cet accident est assez fréquent ; pendant longtemps il a été considéré comme étant sans remède, mais maintenant, par un procédé très simple, on peut rendre à la plaque maculée la netteté primitive de sa couche sensible. Le procédé de nettoyage a été indiqué par la *Photographische Rundschau :* il consiste à passer la plaque contre impressionnée dans une solution d'acide acétique à 2 0/0. Ce traitement devra être appliqué avant le développement. A la sortie du bain d'acide acétique, on procède au développement, puis, après un lavage, le cliché est soumis à un bain d'alcool. Une plaque sensible pour rayons X enveloppée longtemps d'avance dans son papier à aiguilles s'altère, peut-être ce procédé lui conviendrait-il.

Les vibrations de tous ces rayons dynamiques sont loin d'être indifférentes, leur pouvoir dissociant variable est d'une telle puissance que la plus extrême prudence s'impose dans leur emploi. M. Crookes prétend en effet que les rayons cathodiques surtout ne sont autre chose que la trajectoire des particules matérielles électrisées négativement et lancées par la cathode à une énorme vitesse ; d'où l'expression si juste de bombardement moléculaire.

## Le linceul de Turin et les actions photogéniques.

E. de Bourgade La Dardye (*Revue scientifique*, 30 août et *La Lumière*, octobre). — En examinant le cliché photographique du suaire de Turin, on est frappé de la rigidité plutôt désagréable de l'image vue de face et qu'ont notée depuis cinq siècles les critiques, de sorte qu'on l'a considérée comme l'œuvre d'un peintre médiocre mal familiarisé avec l'anatomie humaine. Mais si l'on examine l'image dorsale, on constate qu'elle représente un corps d'apparence souple étendu dans une pose abandonnée. De face, ce cadavre donne l'impression d'un *bâton*, d'un être émacié, décharné ; de dos, celle d'un homme robuste avec les formes que donne la trentaine et frappé en pleine santé. Cette dissemblance a conduit l'auteur à constater sur le suaire l'action d'une énergie photogénique, de nature *radioactive*, qui est venue se surajouter à l'action des vapeurs ammoniacales, mise en évidence par MM. Vignon, Colson et Delage. Les deux faces du corps se correspondent, dit-il, exactement dans leur attitude générale. La légère flexion de la jambe gauche se trouve en évidence sur les deux images, ainsi qu'une légère inclinaison compensatrice du tronc vers la

droite et la position du bras droit qui descend un peu plus bas que le gauche. Cette constatation ruine totalement l'hypothèse d'une supercherie. La figure de la face antérieure semble étirée dans le sens de la longueur, ce qui tient à une disproportion entre le diamètre vertical et certains diamètres transversaux du corps qui sont tous plus étroits que les diamètres transversaux de la face postérieure, sauf pour le diamètre pris au niveau des grands trochanters ; de sorte qu'on pourrait se demander si les deux projections n'auraient pas été faites l'une et l'autre perpendiculairement au plan médian du corps. Cela pourrait se soutenir s'il s'agissait de photographies ordinaires ; ici toute bizarrerie disparaît si l'on admet que certaines parties de l'image face sont non des photographies, mais des *radiographies*. Or l'inégalité des diamètres transverses est précisément celle qu'on obtient en radiographiant, avec des poses courtes, mais égales, la face antérieure et la face postérieure du corps humain. Les os des membres inférieurs sont en effet plus rapprochés de la face antérieure que de la face postérieure du corps, où l'épaisseur des parties molles est plus grande. Une radiographie rapide de la face postérieure ne donnera que l'impression des parties molles, tandis que dans les mêmes conditions elle donnera, pour la face antérieure, l'impression des os du squelette. Or sur l'image du suaire de Turin, c'est précisément l'impression des os qui domine pour la face antérieure, tandis que les parties molles sont à peine indiquées. L'auteur passe en revue toutes les conditions dans lesquelles un corps peut acquérir une radio-activité passagère, conditions parmi lesquelles on peut signaler la chaleur, la lumière, l'électricité, les radiations de Rœntgen, etc. ; la lumière solaire renferme également des rayons assimilables aux rayons cathodiques.

« Le corps du supplicié, dit-il, qui a reposé sur lui (le linceul) a sans doute été exposé nu pendant plusieurs heures à la lumière du jour, peut-être sous un soleil intense. Sous l'influence de cette longue exposition, le corps, imprégné des rayons du jour, a acquis une radio-activité assez puissante pour impressionner dans l'ombre du sépulcre la toile sensibilisée par l'huile d'aloès. Et cette action s'est jointe à celle des vapeurs d'ammoniaque. «... Si le corps du crucifié était celui du Christ, ainsi que cela paraît infiniment probable, l'exposition à la lumière du jour est certaine et de plus une autre cause de radio-activité a dû agir sur lui : les Evangiles nous disent en effet qu'un orage terrible éclata au moment de la mort ; un tremblement de terre eut lieu, des tombeaux s'ouvrirent, le voile du temple se fendit. Des phénomènes météorologiques et sismiques de cette intensité ne se produisent généralement pas sans que des éclairs ne sillonnent le ciel en grand nombre. Le corps du Christ a donc dû être exposé à leurs effluves et en recevoir une radio-activité plus intense. » De là l'apparence squelettique de l'image face du suaire de Turin.

## Nouveaux Interrupteurs.

*Interrupteur-turbine pour courants électriques ;* par MM. Lecarme frères et Michel. — L'étude de la rupture d'un circuit comprenant un self-inducteur traversé par un courant intense et de grande force électromotrice montre qu'il se forme une étincelle d'extra-courant dont la température est assez élevée pour volatiliser les extrémités du circuit métallique et donner lieu à un arc ; le courant n'est donc pas de ce fait annulé instantanément. Il s'ensuit que, si l'on produit cette rupture un certain nombre de fois par seconde, ainsi que cela arrive dans les interrupteurs, il y a fusion des

métaux faisant contact, et *l'interrupteur colle.* Pour éviter *ce phénomène*, si l'on fait fonctionner un trembleur de Neef dans un courant d'eau projeté violemment sur l'étincelle de rupture, le résultat est négatif. L'emploi du mercure ne laisse pas l'appareil identique à lui-même pendant toute la durée du fonctionnement à cause de l'émulsion formée, et parce que deux contacts consécutifs ne sont jamais semblables, on a cherché quels étaient les métaux donnant lieu aux meilleurs résultats et la manière dont le contact et la rupture devaient se produire ; on les a essayés en divers liquides diélectriques et l'huile de pétrole a donné déjà à divers constructeurs des modèles cuivre sur cuivre (Radiguet, Rochefort) couramment employés. La bouillie, pétrole et mercure, alcool et mercure des interrupteurs Rochefort ou Villard, peut durer et servir très régulièrement même jusqu'à utilisation totale du mercure. Dans l'*interrupteur-turbine* et pour un courant de force électromotrice donnée, l'intensité du courant dépend uniquement de la pression des balais mobiles (laiton) sur les balais fixes (cuivre rouge) ; l'appareil est d'ailleurs réglé de sorte qu'il ne passe jamais plus de 1 ampère pour 1 centimètre carré de surface de contact. En raison de la disposition de la turbine et de l'inclinaison des balais par rapport aux rayons menés de l'axe de rotation à la périphérie, l'intensité du courant croît de 0 à 1 ampère par centimètre carré de surface des balais d'une façon progressive : pendant ce temps la turbine comprime le pétrole, et au moment où les quatre balais mobiles quittent les balais fixes, ce qui a lieu brusquement puisque les premiers sont tordus par la pression comme des ressorts, le pétrole s'échappe avec force et souffle l'étincelle de rupture en même temps qu'il refroidit les contacts. Cet appareil donne des résultats remar-

quables, tant au point de vue du rendement que de sa durée. Il donne un nombre d'interruptions qui peut varier à volonté depuis 10 à 200 par seconde, et les étincelles fournies par la bobine qu'il actionne sont toutes identiques et parfaitement régulières. Les résultats sont excellents en ce qui concerne son application à la télégraphie sans fil, à la radioscopie (vision très nette des battements du cœur), à la radiographie et à la haute fréquence. Une petite bobine donnant par exemple $0^m$ 25 d'étincelle, actionné par l'interrupteur-turbine au moyen du courant de 110 volts, donne des résultats supérieurs à ceux obtenus avec une bobine de $0^m$ 40 d'étincelle actionnée par un interrupteur à mercure.

— *Interrupteurs mécaniques.* Le docteur Turner a deux rouleaux mécaniques dont les axes sont parallèles et gardés au contact par un ressort, dont l'un est muni d'une came et peut être mis en mouvement par un petit moteur électrique. A chaque révolution, la came sépare les rouleaux, provoquant ainsi l'interruption et en même temps forçant le second rouleau, qui est fou sur son axe, à tourner d'environ 1/8 de tour. Dès que la came est passée, les rouleaux reviennent en contact sous l'effort du ressort, et l'interruption suivante se produit en un point différent; l'usure est ainsi distribuée sur une large surface. L'interrupteur est placé dans une boîte contenant de l'alcool ou du pétrole et fonctionne d'autant mieux que la vitesse est plus grande. L'objection à faire est le bruit produit par le fonctionnement. — A la même séance de la Société de physique de Londres, M. Wilson-Koble présente un autre interrupteur : un rouleau et un disque ont leurs axes parallèles et placés en contact, tournant dans le même sens à l'aide d'un moteur. Des rainures longitudinales coupent leurs surfaces, et l'interruption se produit lorsqu'une rainure

du rouleau vient en face d'une rainure du disque. Si les rotations se font en sens contraire, l'interruption est très brève et très brusque. Pour faire varier la durée de l'interruption sans changer la vitesse de rotation, la rainure dans le rouleau est plus large à une extrémité qu'à une autre et le disque peut être placé de manière à toucher le rouleau en un point quelconque. — Au cours de la discussion, le professeur S. P. Thompson remarque qu'il ne connaît pas de métal qui ne soit pas usé par une suite continuelle d'étincelles et dit que les interrupteurs devraient être construits de manière que les parties affectées par l'étincelle puissent être facilement remplacées; il demande s'il y a une différence quelconque dans l'usure des deux rouleaux. M. Duddell dit que la matière la meilleure pour des pièces de contact est le charbon, puis ensuite viennent le zinc, le bronze et le cuivre; tous ces résultats sont notés pour l'air, mais les effets sont différents dans un liquide. Avec des contacts se mouvant rapidement, tous les métaux sont également bons, mais dans les bobines ordinaires les pièces de contact se meuvent lentement.

— *Interrupteur Wehnelt-Caldwell.* — Il est formé d'un tube à glucose avec fond à trou étroit pour la lame de plomb; à l'intérieur est le vase recevant la seconde électrode. Une tige de verre cônique graduellement enfoncée dans le trou du tube à glucose, fait que l'orifice varie de grandeur. — *Wehnelt* emploie une cuve de verre avec une large électrode et le tube à glucose est latéralement troué avec une seconde large électrode. Le vase intérieur a plusieurs orifices à volonté et l'intensité est d'autant plus grande que ces orifices sont plus nombreux.

— *Interrupteur Wehnelt-Gaiffe.* Se basant sur cette double condition pour la bonne obtention des rayons X et de la haute fréquence que : 1° il faut un synchro-

nisme parfait entre la fréquence du courant et la marche de l'interrupteur ; 2° prendre un dispositif à 4 soupapes Villard si on n'a qu'un interrupteur asynchrone ou si l'on a un transformateur à haut potentiel ; 3° employer une machine statique mue par un courant alternatif, ou un interrupteur Wehnelt. Ces deux derniers procédés sont les meilleurs ; cependant les interrupteurs électrolytiques à platine mis en service sur le courant alternatif se dérèglent vite, car le platine se désagrège et diminue de longueur. Gaiffe emploie le platine plongeant dans l'électrolyte et glissant librement dans sa gaîne isolante et fixée ; quand le platine s'use, il descend, bute au même point et sort toujours d'une égale longueur. Le réglage préalable est fait par la gaîne isolante, mobile à volonté, et c'est un écrou plus ou moins serré qui change l'écart entre l'isolant et la butée fixe, et augmente ou diminue la longueur active du platine. Le reste est du Wehnelt ordinaire : vase de verre avec eau acidulée et lame de plomb.

— *Interrupteur redresseur Villard*, construit par Chabaud, pour courants alternatifs. — Une bobine avec courant alternatif monophasé a en son intérieur une lame vibrante en fer, à extrémité libre qui s'aimante suivant le sens du courant ; en face de la partie libre de la lame vibrante est un aimant fixe attirant ou repoussant cette lame selon sa polarité ; c'est un vibrateur. Le synchronisme est atteint en moins de 1/10 de seconde et les variations de période de la force synchronisante n'ont qu'une action presque nulle. La phase se trouve redressée, il ne passe dans l'interrupteur que des ondes de même sens ; on peut ainsi actionner les tubes de Crookes, charger des accumulateurs et avoir un véritable courant continu ; on utilise et ne marque à son compteur que la moitié du courant, c'est-à-dire ce qu'on prend en réalité en watts.

— Ces derniers interrupteurs permettent la radiographie sur les secteurs à courant alternatif. Dans cet ordre d'idées, le Dr Eid (du Caire), parle à Berne de ses essais de *radiographie avec le courant alternatif* transformé du secteur, relate ses expériences pour l'obtention des Rayons X avec la soupape Nodon et montre au Congrès un cliché du bassin obtenu par l'emploi de cette soupape, 2 m. 45 s. de pose et 1 mètre de distance entre le tube et la plaque.

## Stéréoscopie.

*A la Société française de physique,* M. Guilloz étudie la façon dont on voit les ombres en radiographie stéréoscopique. Il applique au point de vue expérimental le principe ordinaire ; des œillères sont découvertes pour chaque œil en même temps que le tube dont il doit voir l'effet est excité. M. Guilloz montre alors que, si les deux anticathodes sont à la même distance l'une de l'autre que les deux yeux de l'observateur, et si chaque œil est découvert en même temps qu'on excite le tube placé de son côté, on voit une image en relief exactement symétrique de l'objet qui porte ombre, si l'écran est normal aux lignes qui joignent chaque œil au tube correspondant. En déplacant un double décimètre dans cette image virtuelle, on peut prendre des mesures exactes, comme on peut mesurer un objet en regardant son image dans une glace demi-argentée, en même temps qu'on déplace un double décimètre dans l'image virtuelle. On juge parfaitement de la coïncidence des points de l'image avec ceux du double décimètre quand on a une bonne vision binoculaire. Quand des erreurs se produisent, c'est que la vision binoculaire est troublée. M. Guilloz indique quelques-unes des illusions que l'on observe dans ce cas. Il

réalise une expérience de démonstration en portant deux ombres d'un même objet au moyen d'une lampe rouge et d'une verte, et en armant les yeux respectivement des verres convenables pour qu'ils voient seulement l'ombre qui leur convient. Les résultats sont absolument conformes à ceux que donne la radiographie stéréoscopique. On peut aussi monter l'expérience croisée en laissant voir à chaque œil l'ombre portée par la source en diagonale. Dans ce cas on restitue une image ayant un relief dans le même sens que celle qu'on regarde, mais avec des déformations angulaires. M. Guilloz décrit ensuite les dispositifs qu'il a employés pour exciter les tubes. Le plus remarquable est celui d'un tube à deux électrodes planes en chrome, qui donnent bien des rayons X un peu moins bons que le platine, mais qui peuvent fonctionner à la fois comme cathode sans s'évaporer, et comme anticathode sans fondre.

Au sujet de la communication précédente, M. P. Villard fait connaître deux solutions qu'il a imaginées du problème de l'ampoule stéréoradioscopique : 1° L'ampoule est construite comme à l'ordinaire, sauf que l'anticathode présente une assez grande longueur dans la direction perpendiculaire au plan de symétrie de l'ampoule. Au moyen du *redresseur cathodique* antérieurement décrit, on envoie dans l'appareil les décharges redressées du transformateur à haut voltage (*Journal de Physique* janvier 1901) ou d'une bobine de Ruhmkorff alimentée par un courant alternatif et munie d'un interrupteur rompant le courant sur toutes les alternances. Un petit électro-aimant alternatif placé au voisinage de l'ampoule dévie les faisceaux cathodiques alternativement à droite et à gauche du plan de symétrie et détermine ainsi sur l'anticathode deux foyers alternants de rayons X. La vision se fait au travers d'un stroboscope

synchrone. Ce dispositif, qui peut d'ailleurs s'employer avec une source électrique continue, assure l'égalité constante des deux foyers d'émission, permet d'en faire varier l'écartement dans la mesure nécessaire (1), et l'on a l'avantage de pouvoir employer une anticathode en platine irridié comme dans les ampoules ordinaires. On peut également, tout en conservant le même principe, constituer l'anticathode par deux lames disposées en échelons. Une déviation très faible des faisceaux suffit pour que les foyers alternants se forment chacun sur un échelon, et la dispersion cathodique est ainsi considérablement réduite. 2° Les décharges alternatives obtenues comme précédemment sont dirigées dans une ampoule munie de deux cathodes opposées entre lesquelles est une anticathode double sur laquelle se forment les deux foyers alternants (que l'on peut rapprocher ou écarter légèrement au moyen de deux demi-bagues aimantées placées derrière les cathodes). Cette disposition serait toutefois insuffisante : l'anticathode n'étant pas anode noircit l'ampoule, et la production des rayons est médiocre. On y remédie par l'addition d'une électrode supplémentaire *que l'on relie au pôle négatif d'une source électrique auxiliaire* telle qu'une machine statique ou une dérivation prise sur le transformateur par l'intermédiaire d'un des condensateurs et d'un redresseur. Le pôle positif de cette deuxième source est relié à l'anticathode. Dans ces conditions, les deux sources électriques se mettent d'elles-mêmes en série, phénomène qui n'est peut-être pas sans intérêt au point de vue théorique, la production des rayons X augmente et l'ampoule ne noircit pas.

— M. Caldwell opère avec un tube Crookes muni de

(1) Cet écartement est toujours inférieur à la distance des yeux (65mm), l'ampoule étant plus près de l'objet qu'on ne se placerait pour le regarder directement.

deux anticathodes en platine situées dans les foyers des deux électrodes concaves. Le tube est muni de deux régulateurs constitués chacun par une masse d'hydrate de potasse, qui a pour but de dégager des vapeurs au passage du courant, de façon à maintenir le vide à un degré uniforme. Accessoires : une petite dynamo réceptrice dont le commutateur reçoit un courant constant qui est transformé en deux courants alternatifs traversant les collecteurs; le fil primaire de la bobine d'induction est relié à l'un de ces circuits à travers un interrupteur. Quant au fil secondaire, il transmet le courant alternatif au tube, de telle sorte que les deux anticathodes fournissent des radiations également alternatives. Le fluoroscope tenu à la main par l'observateur, comporte un corps cylindrique formant une chambre intérieure, dont une des ouvertures centrales communique avec une sorte d'entonnoir fermé par un écran fluorescent; la seconde ouverture centrale communique avec un garde-vue qui empêche la lumière d'influencer les yeux de l'observateur.

Dans la chambre est fixé un disque en ébonite sur lequel tourne, synchroniquement avec les radiations des anticathodes, un obturateur qui est destiné à découvrir alternativement les oculaires. Cet obturateur possède six branches en fer doux et forme l'induit d'un inducteur monté dans la boîte à mode d'enroulement alterné. Cet inducteur, qui reçoit le courant du moteur peut être légèrement déplacé dans la boîte au moyen de la manette, pour permettre de régler à volonté la phase d'obturation, et il fait tourner l'obturateur de un tiers de tour par alternance complète de courant. Il se produit ainsi sur l'écran, et par minute, environ 7.200 projections, dont la moitié est perçue par l'œil droit et l'autre moitié par l'œil gauche. L'objet à examiner est placé entre le tube de Crookes et l'écran, et il

est reproduit alternativement sur ce dernier suivant deux images. Lorsque c'est l'image de droite qui paraît, l'obturateur découvre l'ouverture de gauche et l'œil gauche de l'observateur perçoit cette image. Dès que l'image a disparu pour faire place à l'image de gauche, l'ouverture de droite se trouve aussitôt découverte et l'œil droit perçoit la dite image. L'effet stéréoscopique est ainsi obtenu.

— *Photo-Revue* a donné du Dr Destot une remarquable étude sur la stéréoscopie, et l'Exposition du Congrès d'Electrologie de Berne en 1902, contenait les divers systèmes employés pour les rayons X.

— Sur la *radioscopie stéréoscopique*, au même Congrès de Berne, M. le Dr Decref (de Madrid), fait la description des appareils de M. Chabaud qu'il emploie, dans sa clinique de l'Institut de Physique thérapeutique de Madrid, avec un grand succès dans les cas de corps étrangers, fractures comminutives, difformités du squelette, luxations, etc., etc., et dans tous les cas où il faut avoir des plans et directions du sujet qu'on explore. Il a apporté des épreuxes réduites par le stéréoscope ordinaire. Mais il affirme que ce qu'il trouve plus pratique dans les appareils de M. Chabaud, c'est la négatoscopie qui permet de voir tout de suite même avec les clichés mouillés, avec le stéréoscope de Cases tous les cas.

— MM. Régnier et Baudouin, avec deux tubes Rœntgen, espacés comme il convient, projettent, pour un objet donné R, sur une toile lumineuse, deux images différentes qui se présentent comme projections centrales. Ces images se recouvrent en partie. Quand on les regarde sans appareils, les parties libres des images se montrent alors comme des demi-ombres; sur les parties recouvertes, au contraire, se produit une ombre véritable. Les tubes sont rattachés à deux

inducteurs ; et les inducteurs sont mis en mouvement par l'interrupteur. Cet interrupteur possède deux anneaux formés de segments isolés l'un de l'autre, dont les dents s'engrènent réciproquement, de telle façon que les inducteurs reçoivent alternativement des secousses. Le stéréoscope, qui est fixé sur l'interrupteur à l'aide d'une roue à rochet (roue dentée). comprend dans son intérieur un tambour, percé de deux fentes, perpendiculaires entre elles. Si l'on regarde avec les deux yeux dans le stéréoscope, pendant la rotation du tambour, les deux yeux ont alternativement une perception lumineuse. En effet, grâce à ce dispositif, quand on regarde les images doubles, l'œil droit perçoit les rayons partant du tube gauche et l'œil gauche ceux du tube droit ; les deux images se fondent immédiatement en une seule, donnant une sensation de relief très prononcé. Pour faciliter le maniement de l'appareil, on a placé entre l'appareil stéréoscopique et l'interrupteur un mouvement différentiel qui permet de régler à volonté le mouvement du tambour du stéréoscope. La tige flexible qui le relie à l'interrupteur donne, par sa longueur, la possibilité à l'observateur de se déplacer devant l'écran, pour regarder les parties de l'image qui l'intéressent plus spécialement.

## Projections orthogonales radioscopiques.

M. le Dr H. Guilleminot, au Congrès d'électricité de Berne : La projection orthogonale des viscères est surtout utile pour la mensuration des organes thoraciques et du cœur en particulier. Elle peut être faite sur les téguments, sur l'écran ou sur un plan quelconque, parallèle au plan d'examen. Elle exige un tube de Crookes mobile en tous sens dans un plan parallèle au plan d'examen, et un indicateur d'incidence normale

solidaire de ce tube; des appareils que j'ai décrits antérieurement satisfont à ce desideratum. 1° Projection sur les téguments. — Le sujet est placé et maintenu frontalement devant le châssis porte-tube. On fait cheminer le rayon normal autour des ombres et on marque les contours sur la peau avec un crayon dermographique muni d'un index opaque et manœuvré sous l'écran fluorescent. M. Behn (de Kiel) déplace son sujet devant le rayon normal au lieu de déplacer le tube de Crokes. 2° Projection sur l'écran. — L'écran est alors tenu parallèlement au plan d'examen. On le recouvre d'une feuille de papier calque, où l'on dessine sur le verre avec un crayon dermographique. Le professeur Moritz (de Munich) opère dans le décubitus; son tracé se fait automatiquement par points. Au laboratoire du professeur Bouchard, à Paris, nous nous servons du cadre porte-tube vertical et notre écran se déplace en tous sens parallèlement à son plan. 3° Projection sur un plan situé hors du champ d'éclairement. — J'ai décrit antérieurement un pantographe solidaire du tube de Crookes, qui permet de faire automatiquement ce tracé par points. Je présente en même temps une échelle permettant de mesurer directement les diamètres horizontaux du cœur, et des fiches de projection orthogonale du thorax entier pour noter les observations radioscopiques de chaque malade.

## Radiographies avec les bobines de Ruhmkorff.

En comparant les radiographies obtenues avec les bobines et les machines statiques, MM. Infroit et Gaiffe se sont aperçus que les dernières étaient toujours très nettes, tandis que les premières étaient souvent floues. Comme, au moment de l'emploi des bobines, on avait toujours pris la précaution de supprimer le phénomène

oscillatoire, il fallait chercher une autre cause à ce manque de netteté. Les auteurs croient que ce défaut est dû à l'action du champ magnétique du faisceau de la bobine sur le flux cathodique de l'ampoule ; et, en effet, si on approche un tube de la bobine qui sert à l'actionner, on voit que le foyer sur l'anode se déplace, s'étale en forme de ligne lumineuse : dans les conditions les plus avantageuses pour la révélation du phénomène, c'est-à-dire lorsqu'on met l'ampoule dans le prolongement et très près du faisceau, la tache lumineuse atteint jusqu'à 5 millimètres de longueur, et le flux cathodique est dévié de telle sorte que très souvent il passe à côté de l'anode. Ce déplacement, visible dans les conditions qui viennent d'être spécifiées, n'existe évidemment tant que l'on a pas soustrait le tube à l'action du champ magnétique, et, si peu qu'il se produise, il doit donner du flou aux images. Il y a donc intérêt, MM. Infroit et Gaiffe, lorsqu'on cherche à obtenir des épreuves radiographiques en se servant de la bobine comme source, à mettre le tube à une distance suffisante pour que le flux cathodique ne soit pas dévié.

— D'autre part, un *nouveau bromure d'argent* à image visible sans développement. dû à MM. Lumière, le Dr A. Foucaut et G. Foucaut, permet d'apprécier plus rapidement l'action des rayons.

## Mesure des rayons X.

Faute de termes de comparaison, les examens radiographiques sont pratiqués actuellement d'une façon empirique par chaque radiographiste et il n'y a nulle entente possible entre eux. Pour remédier à cette confusion, M. Contremoulins a imaginé de comparer oculairement des teintes équivalentes qui traduisent les



deux facteurs essentiels à connaître : 1° le degré de pénétration des rayons ; 2° la quantité de rayons émis dans un temps donné. Ces deux facteurs, quantité et pénétration, sont déterminés par lectures simultanées fournies par la fluorescence d'un écran de platinocyanure de baryum, disposé derrière deux fenêtres confondues par un de leurs bords avec une troisième éclairée par une lumière artificielle d'intensité variable. L'auteur donne dans cette note tous les détails de ces expériences pour fixer la lumière étalon, la détermination du facteur quantité et la détermination du facteur de pénétration.

## Appareil de mensuration exacte du squelette et des organes donnant une image nette en radiographie.

M. G. Contremoulins a inventé un nouvel appareil se composant de deux parties distinctes : La première comprend un dispositif plafonnant qui fixe à volonté dans l'espace, soit une source de rayons X, soit une aiguille dont la pointe prend la place de cette source, de telle sorte qu'un simple déplacement transversal de pièces métalliques suffit pour avoir soit le foyer du tube en un point de l'espace déterminé, soit la matérialisation de ce foyer en ce même point de l'espace. Un deuxième dispositif de cette partie de l'appareil permet également de déplacer tout l'ensemble : de telle sorte que le même tube de Crookes peut être excité successivement en deux positions voisines l'une de l'autre afin d'effectuer ainsi deux images radiographiques d'un même sujet, sous deux angles d'incidence différents (appareil de stéréoscopie simple). La matérialisation dans l'espace, par les aiguilles, des foyers d'émission des rayons X, dans les deux positions successives occupées par le tube, permet de représenter

d'une façon tangible, au moyen de fils tendus, par exemple, le trajet des rayons X et la projection conique des pièces osseuses ou des organes sur le plan de la plaque sensible dans les mêmes angles d'incidence.

La deuxième partie de l'appareil comprend une table spéciale fixée au sol sous l'ensemble précité. Sur cette table est montée une sorte de tiroir en bois, d'une construction particulière, dans lequel on introduit, à frottements doux, des châssis radiographiques. Un repérage métallique permet, en outre, de déterminer exactement le point d'incidence normal des rayons X à la plaque sensible pour chaque position du foyer du tube. Sur le tiroir, le sujet est couché, pour les cas donné comme exemple, dans une position naturelle de décubitus dorsal ; les jambes sont calées en demi-flexion, pour assurer plus de stabilité. Les bras, croisés sous la tête, sont également calés à l'aide de coussins garnis de sables ou de feutre, et les flancs sont protégés par des lames de plomb formant écran opaque aux radiations secondaires.

Deux épreuves radiographiques sont prises successivement, les châssis étant changés sous le sujet sans que celui-ci puisse se déplacer et le tube ayant été changé d'incidence entre les deux opérations. Ensemble, les deux poses n'entraînent que dix minutes d'immobilisation quand il s'agit de la région pelvienne, et six minutes, tout au plus, pour la région thoracique. En outre, et ceci est l'un des points de cette méthode, il n'est point nécessaire de s'inquiéter de l'orientation du malade ni de l'angle d'incidence du tube par rapport à lui, car, quelle que soit cette position, quel que soit cet angle d'incidence, la détermination dans l'espace des points cherchés sera toujours aisée et les écarts possibles, dans la détermination, ne dépasseront

jamais un demi-millimètre. Le schéma de reconstitution que le dispositif montre indique nettement tous les avantages de cette méthode dans les cas de pelvimétrie radiographique, par exemple, puisqu'elle supprime l'obligation de prendre des points de repère sur le sujet et de lui donner une position spéciale quelle que soit la forme, normale ou viciée, des pièces du squelette à déterminer. La mensuration ordinaire d'un bassin faite sur douze points du détroit supérieur demande exactement 1 heure 10 minutes, car il faut, après les deux opérations radiographiques sur le sujet, qui durent dix minutes, développer les clichés et les sécher, puis effectuer le transport des images et le montage des fils. L'appareil est construit également en vue de la recherche et la détermination de l'emplacement exact des corps étrangers contenus dans l'organisme et comporte, en ce cas, l'emploi d'un compas spécial d'opération, car c'est alors un complément indispensable comme pour l'appareil de recherche de projectiles dans le crâne. Enfin, l'une des caractéristiques importantes de cette méthode est encore, comme pour la méthode de lever des plans, de M. le colonel Laussedat, qu'il suffit d'avoir noté la distance du tube à la plaque pour pouvoir plus tard, à n'importe quelle époque, reconstituer dans l'espace la partie de l'image radiographique qu'on désire étudier. C'est une ressource si précieuse quand il importe de suivre l'évolution d'un sujet que je crois pouvoir me borner simplement à la signaler.

## Nouvelles recherches sur l'extraction des projectiles.

MM. Remy et Peugniez ont combiné les rayons X avec l'explorateur électrique de G. Trouvé, ce qui constitue un extracteur à sonnerie électrique qui per-

met de saisir les balles dans la masse cérébrale en y produisant le minimum de dégâts. L'appareil indicateur à rayons X de Remy, donnant une certitude de repérage absolue, guidés par ses aiguilles indicatrices, ils ont osé aller à la découverte d'une balle logée contre la colonne cervicale en passant entre les branches du nerf facial et le canal de Sténon à travers le masseter, l'os maxillaire, les muscles ptérygoïdiens et même la jugulaire. Les méthodes radioscopiques de localisation sont préférables à l'emploi de la radiographie, quand elles sont possibles. Dans deux cas, la localisation avec l'appareil Remy et l'extraction, n'ont pas duré plus de dix minutes. Quand les auteurs ont cru devoir s'affranchir de tout appareil, ils ont eu des insuccès. Avec la radioscopie les manœuvres de détermination sont si rapides que la chloroformisation suffit à donner l'immobilité complète et nécessaire. Avec la radiographie il est nécessaire d'user des moyens de contention et de repérage spéciaux. De tous nos faits cliniques et de toutes nos expériences cadavériques nous concluons que : 1° L'appareil indicateur de Remy donne dans tous les cas des indications d'une précision qui ne peut être discutée. 2° Il permet au chirurgien d'apprécier l'opportunité de l'opération. 3° Sa précision permet d'attaquer les projectiles malgré leur voisinage avec des organes dangereux. 4° Dans le cerveau l'opération est possible, dans la plupart des cas, à l'aide de l'appareil extracteur. 5° Le cas clinique dont nous venons de résumer l'histoire montre que l'extraction peut être entravée par des complications résultant de l'enclavement du projectile dans des massifs osseux flanqués d'organe dont la blessure est dangereuse ».

## Application chirurgicale de l'Endodiascopie buccale.

Les procédés classiques de radiographie ne sont que peu applicables à la fracture du maxillaire inférieur. Si, en effet, on met le tube de Rœntgen au dehors, à une certaine distance de la face du malade, on a le choix entre deux procédés : placer la plaque sur un support et faire appuyer la joue du malade sur cette plaque, côté de la fracture (ces deux côtés s'en superposent) ou bien introduire une pellicule sensibilisée dans la bouche du malade, comme l'ont fait maints dentistes, après avoir pris la précaution d'envelopper cette surface photographique dans un imperméable, pour la protéger contre l'action de la salive (l'image est trop limitée). On introduit un tube du Rœntgen spécial dans la bouche, rien n'est plus facile que d'obtenir séparément chacune des moitiés du maxillaire inférieur, la partie à examiner ayant une très faible épaisseur. Un tube de Rœntgen spécial, avec un courant unipolaire (le pôle négatif seul en tension) est actionné indifféremment par une machine statique ou par une bobine d'induction, à l'aide de certains artifices. La presque totalité de l'ampoule étant à tension nulle, la partie éclairante peut être mise en contact avec la peau, ou introduite dans une cavité naturelle, sans que le malade perçoive aucune sensation.

En éclairant ainsi la cavité buccale, MM. Rémy et Bouchacourt ont déterminé facilement l'état des maxillaires et la situation des racines dentaires à l'aide de l'écran fluorescent, ce qui est incontestablement le meilleur mode d'examen. « Cependant, on peut aussi faire usage des plaques photographiques ; c'est ce que nous avons fait dans le cas de fracture du maxillaire

inférieur que nous présentons. Il s'agissait de déterminer la cause d'une suppuration prolongée. On pouvait se demander s'il ne restait pas de fil métallique à la suite d'une suture, dont le malade nous parlait, ou s'il n'existait pas un fragment détaché du maxillaire. L'examen par la méhode de radiographie ordinaire n'ayant rien donné, nous avons eu recours à l'endodioscopie, qui nous a fait voir de suite : le trait de fracture, une large perte de substance inférieure, un chevauchement des fragments, enfin l'absence de fils métalliques. Nous avons pris une radiographie par ce procédé ; elle est certainement moins belle que l'image de l'écran, parce qu'on ne peut pas facilement immobiliser le tube, la machine et la plaque, pendant la minute de pose nécessitée par les endodioscopes actuels. Néanmoins, cette endodiagraphie a l'avantage de constituer un document visible pour tout le monde. »

## Radioscopie.

M. Béclère a exposé à Berne la radioscopie des organes. Quand on explore le *thorax* à l'aide des rayons de Rœntgen, la radioscopie domine la radiographie et doit toujours la précéder alors même qu'on la radiographiera ensuite s'il y a lieu. L'écran seul décèle les mouvements invisibles qui se répètent sans trève à l'intérieur de la cavité thoracique, sous le voile de ses parois. Les images mouvantes qu'il présente reproduisent, sous les yeux de l'observateur, la descente et l'ascension alternées du diaphragme dans les changements de courbure de ce muscle, le jeu des côtes, l'expansion et le retrait des poumons, la systole et la diastole du cœur, les pulsations rythmiques de l'aorte et jusqu'aux passagères ampliations de l'oreillette droite pendant l'inspiration, sans parler du chemine-

ment des corps opaques déglutis, le long du canal œsophagien. L'écran, seul, révèle à l'état pathologique les troubles des fonctions de l'œsophage et les contractures antipéristaltiques au-dessus d'un rétrécissement, la mobilité des corps étrangers accidentellement introduits dans les bronches, les changements survenus dans l'élasticité comparée du parenchyme des deux poumons, les oscillations des collections liquides à l'intérieur de la cavité pleurale, les déplacements du médiastin liés à la respiration, les troubles des mouvements des côtes et du diaphragme, et la différence dans les contractions des deux moitiés de ce muscle.

On a, grâce à l'écran, avec ses ombres mobiles, et sous les yeux, la vie, la physiologie des organes en pleine activité, tandis que les images figées sur les épreuves radiographiques ont une immobilité de mort et ne figurent plus, pour ainsi dire, que des pièces anatomiques. L'écran donne donc au médecin toute une somme de notions de la plus haute valeur pour le diagnostic, qu'il ne peut pas demander à la radiographie. D'autre part, la multiplicité d'images diverses, capables de se compléter et de se corriger mutuellement, pendant l'exploration d'un même thorax, se succèdent sur l'écran en quelques instants. Un examen radioscopique du thorax n'est complet que s'il fait voir toute la série de ces images. On les obtient en faisant varier les positions relatives de l'ampoule, du sujet et de l'écran. Pour cela, le sujet examiné, le plus souvent debout ou assis, exceptionnellement couché, peut se mouvoir entre deux plans parallèles, constitués l'un par l'écran fluorescent, l'autre par un cadre rectangulaire, à l'intérieur duquel l'ampoule est mobile en tous sens. Si, alors, l'on fait tourner autour de son axe vertical le malade debout, ou si l'on fait tourner le siège à pivot sur lequel il est assis, on fait varier la direction

générale des rayons de Rœntgen au travers du corps et suivant qu'ils pénètrent le thorax directement d'avant en arrière ou d'arrière en avant, transversalement de droite à gauche ou de gauche à droite, obliquement enfin dans les nombreux diamètres intermédiaires, on obtient sur l'écran toute une série d'images très différentes.

Chez une femme de soixante-sept ans, atteinte de phtisie chronique fibreuse, on ne voit pas autre chose, sur l'écran simplement appliqué contre le dos ou contre le sternum, dans la position de l'ampoule à hauteur moyenne, qu'une diminution de la clarté des deux images pulmonaires à leur sommet, tandis que l'image pulmonaire droite, dans certaines positions respectives de la malade, de l'ampoule et de l'écran, apparaît très nettement divisée en deux étages par une étroite bande sombre. Des considérations géométriques très simples sur la marche des rayons au travers du thorax et sur la projection des ombres permettent de rapporter cette bande à un épaississement fibreux de la cloison pleurale interlobaire. Une série d'épreuves radiographiques reproduit les diverses images observées sur l'écran, mais la lésion serait certainement passée inaperçue si la malade avait été tout d'abord radiographiée dans les conditions habituelles. La technique spéciale et le raisonnement qui ont permis de reconnaître un cas de sclérose pleurale interlobaire, devront désormais servir à l'exploration méthodique de *l'interlobe*. Ce n'est pas seulement l'épaississement fibreux des feuillets pleuraux qui le limitent, ce sont les collections liquides séreuses ou purulentes enfermées dans sa cavité, ce sont les lésions congestives, œdémateuses ou inflammatoires du tissu pulmonaire avoisinant, limitées à la base des lobes supérieurs qui pourront, à l'avenir, être plus sûrement diagnostiquées, à me-

sure que les images radioscopiques correspondantes seront mieux recherchées et plus exactement interprétées.

— Au même Congrès, la *Radioscopie* et le diagnostic des *tumeurs de l'estomac* est exposé par M. Destot. — L'estomac normal ne se voit pas sur l'écran; mais, si on l'insuffle, on le voit apparaître et se dessiner progressivement, à mesure que l'insufflation augmente. L'image formée est régulière à l'état normal, mais si, l'organe insufflé est atteint de tumeur, la place de la tumeur est marquée par une encoche due au défaut d'élasticité de la paroi en ce point qui l'empêche de se dilater. Sur deux malades, M. Destot a pu diagnostiquer exactement le siège de la tumeur à l'écran après insufflation. Le premier malade était atteint de néoplasme du cardia. A l'écran, on voyait une large bande noire descendant du cardia sur la petite courbure. L'autopsie a montré une infiltration cancéreuse diffuse descendant du cardia sur la petite courbure. Le deuxième malade avait une tumeur prépylorique. On voyait, à l'écran, se dessiner, au voisinage du pylore, une espèce de gourde dont la partie rétrécie répondait précisément au siège du néoplasme constaté à l'autopsie.

— A propos de ces communications, le Dr Foveau de Courmelles rappelle la première et seule radiographie de l'estomac entier encore obtenue, par lui, en 1899 et regrette que le bismuth même à doses massives sur lui et d'autres sujets ne lui ait pas permis de voir ou d'obtenir ces organes dans toute leur étendue.

— L'intestin peut avoir par le bismuth ses mouvements étudiés (W. B. Cannon).

## Radiographie de spina ventosa.

Le Dr G. Allaire a étudié le « *spina ventosa* »: le

malade, le plus souvent un enfant et un enfant jeune, semble éprouver des douleurs dans les mouvements de la main, puis il se produit une déformation avec empâtement des tissus ; si c'est une phalange qui est atteinte, le doigt prend un aspect fusiforme ; quelquefois la lésion rétrocède et tout rentre dans l'ordre ; lorsque la maladie continue à évoluer, il se produit une ulcération à la peau, une fistule qui met en communication l'abcès tuberculeux avec l'extérieur. L'évolution et l'aspect des clichés radiographiques lui font classer les « *Spina ventosa* » sans ulcération, ou avec ulcérations fistuleuses.

*Spina ventosa sans ulcération.* — Le diagnostic peut présenter de sérieuses difficultés. Les lésions sont souvent symétriques. Le premier enfant radiographié était dans un diagnostic possible. L'enfant présentait des lésions symétriques aux deux mains. Le gonflement des tissus était considérable et la palpation assez douloureuse. La mère était atteinte de rhumatisme chronique déformant et présentait les lésions caractéristiques de cette maladie. Les articulations sont indemnes, les lésions sont situées sur les métacarpiens et atteignent le troisième métacarpien à la main droite ; le premier et le troisième à la main gauche. Le périoste semble soulevé, on voit l'os entouré d'un manchon assez dense. La diaphyse seule est atteinte, les épiphyses ne sont pas malades, la lésion s'arrête au niveau de l'épiphyse supérieure. L'ossification des os du carpe réduite aux os pyramidal, grand os et os crochu montre que l'enfant avait environ trois ans. Le deuxième enfant âgé d'environ cinq ans, avait le siège de sa lésion ignorée : les deuxième et troisième métacarpiens de la main gauche sont atteints. La lésion est ici plus récente, sur le deuxième métacarpien le périoste n'est soulevé que vers la partie externe, sur

le troisième métacarpien on retrouve la production sous-périostée engaînant la diaphyse. Malgré ces lésions peu intenses, les tissus environnants étaient infiltrés, œdématiés et empêchaient de sentir les os sous-jacents. On peut résumer ainsi les lésions, vues aux rayons X. Production sous-périostée engaînant la diaphyse ; Intégrité des épiphyses et des articulations.

*Spina ventosa avec ulcérations.* — Ces cas d'un diagnostic facile, ont l'étendue des lésions à déterminer, car souvent à côté de celles où l'on voit les ulcérations, les fistules, il y en a d'autres en évolution. Sur la radiographie d'un enfant de trois ans, les lésions osseuses au niveau des ulcérations diffèrent d'aspect ; le périoste ne paraît plus soulevé, l'os est atteint profondément ; les parties blanches que l'on voit disséminées dans l'os sont dues à la disparition du tissu osseux qui a été remplacé par un tissu peu dense, moins résistant au passage des rayons X. La phalange de l'index, le deuxième métacarpien, la première phalange du pouce de la main droite présentent nettement ces altérations. La phalange du médius de la main gauche est profondément atteinte. Ce qu'il y a de remarquable sur cette radiographie, c'est qu'on retrouve les lésions de la première phase au niveau du cinquième métacarpien de la main droite, où justement il n'existe pas d'ulcération. La quatrième radiographie présente une « *Spina ventosa* » avec ulcération du cinquième métacarpien de la main gauche, chez une fillette de neuf ans. La lésion date de plus d'un an, et il existe depuis plusieurs mois une ulcération. La diaphyse est élargie, déformée, très altérée dans sa totalité, l'épiphyse est indemne. Dans les cas de *Spina ventosa* ulcéré, les lésions observées sont : Altération profonde de la diaphyse, l'os est épaissi, déformé, raréfié par place : Intégrité des épiphyses et des articulations.

Ces enfants sont souvent atteints de tuberculose latente, pulmonaire, ganglionnaire, avec retentissement, par les anses vasculaires ralentissant le cours du sang, aux articulations aux doigts. Selon l'étendue des lésions, le traitement est médical ou chirurgical.

## Mensuration du bassin.

Les rayons X viennent en aide aux anciens procédés en précisant le plus facilement ce que ceux-ci ne pouvaient donner, c'est-à-dire le diamètre transverse du bassin. Les premiers résultats de MM. Budin, Pinard et Varnier, étaient de la pelvimétrie par comparaison. La précision s'obtient par la radiographie métrique, de MM. Fochier, Fabre et Destot, modifiée par MM. Marie et Cluzet; puis par MM. Bouchacourt et Morin. Celui-ci emploie divers procédés relevant de la simple géométrie élémentaire, et aboutissant, en somme, à la suppression complète de l'outillage, tout en conservant l'avantage de la précision, et rendant possible très facilement la mensuration du bassin *en pronation*.

M. Morin décrit l'appareil mensurateur de M. Contremoulins, passe à la radiographie à longue portée, mise en pratique par M. le professeur Varnier: le tube est là placé très loin, ce qui offre l'*avantage* d'une erreur qui peut être à peu près nulle, d'où suppression des corrections nécessaires avec les autres méthodes; mais l'*inconvénient* de prolonger très notablement la durée de la pose. Il arrive ensuite à des modifications proposées: dans les radiographies exécutées avec la direction des rayons employés généralement, *le promontoire n'apparaît pas*. Pourquoi peut-on faire apparaître ce promontoire dans certaines conditions, et *le bassin étant en pronation?* Par des raisons toutes phy-

siques *le plan* du détroit supérieur est imparfaitement connu, et cependant il est indispensable de le connaître (en passant, une considération géométrique sur la radiographie à longue portée : les rayons X doivent être perpendiculaires non pas au plan du détroit supérieur, mais à la bissectrice de l'angle formé par ce plan et la plaque photographique). Un appareil destiné à donner exactement la connaissance du plan cherché, faciliterait singulièrement la mensuration et donnerait, d'une façon absolument mécanique, la position du promontoire dans le plan déterminé : les dimensions antéro-postérieures seraient alors connues aussi bien que les autres, le promontoire pouvant être déterminé après coup sur la radiographie ; voici enfin les conclusions de l'auteur : 1° La mensuration radiographique du bassin est possible ; 2° Elle est utile, car les renseignements complets qu'elle fournit ne peuvent l'être, actuellement du moins, par aucun autre mode de diagnostic.

## Os et rayons X.

M. Darcourt a observé un blessé atteint de fracture de la phalange de l'index gauche, à la réunion du tiers inférieur avec le tiers moyen. Après consolidation, le doigt ne pouvait opérer sa flexion complète, malgré trois semaines de mobilisation. Ce fait particulier fit soupçonner de suite une mauvaise consolidation. La radioscopie signala, en effet, une inclinaison d'avant en arrière de 45° environ, du tiers inférieur de la phalange, avec les deux tiers supérieurs. Dans ces conditions, l'articulation était au bout de sa course lorsque la flexion apparente du doigt n'était qu'à moitié et la mobilisation ne pouvait amener aucun résultat. Le désagrément eût été évité, si l'on eût pratiqué un examen radioscopique du doigt placé dans l'appareil, ce-

lui-ci ne gênant en rien l'examen, comme le démontre la radiodraphie fournie à l'appui. Dans un cas bien net de fracture à l'extrémité du radius par les moyens classiques d'examen, la radiographie a révélé un décollement épiphysaire du cubitus (*L'Electricité et ses applications*, Foveau de Courmelles, 1899).

— Le professeur Lannelongue a exposé à l'Institut, avec épreuves radiographiques à l'appui, les grandes lignes d'une note de M. Soret, du Havre, relative aux fractures du radius, résultant d'accidents survenus dans la mise en marche des moteurs d'automobiles. Ces fractures se produisent d'ordinaire à l'union du 1/3 inférieur avec les 2/3 supérieurs du membre. Elles résultent du choc direct produit par la manivelle. Enfin, elles s'accompagnent presque toujours d'un arrachement de cette petite partie osseuse dite l' « apophyse styloïde » du cubitus qui est due à une tension forcée de la main. — Pour les *scolioses,* lire la thèse du Dr Perdu, Paris, 1902. — M. Benedikt a signalé au Congrès de Berne la radiographie du crâne comme démontrant, par l'épaississement de certains os, la présence de certaines affections cérébrales, et pouvant être utilisée en médecine légale.

— Le Dr Etienne Henrard montre au Congrès de Berne trois cas *d'ostéomes* provoqués par des traumatismes et diagnostiqués par la radiographie seule. Chez le premier sujet une chute sur le moignon de l'épaule a provoqué trois ostéomes de la clavicule, chez le deuxième sujet la radiographie démontre la présence d'un ostéome de la tête humérale et chez le troisième un ostéome en griffe de l'olécrane. Un quatrième cas, le plus intéressant peut-être, est celui d'un enfant chez qui une chute sur le coude a provoqué une hyperproduction des os du carpe du côté malade. On voit en effet que dans la main saine le scaphoïde, le

demi-lunaire, le pisiforme et le trapèzoïde manquent tandis que dans la main malade le trapèzoïde et le pisiforme seuls font défaut. La main portée en dedans est une main botte, lésion très rarement signalée.

## Radiothérapie.

Les nombreux essais signalés l'an dernier se sont poursuivis avec succès. Le Dr Francis H. Williams donne ses résultats heureux contre maints cancers et recommandant les rayons X contre les cancers inoérables. M. David Walsh les combine à l'électrolyse pour l'épilation. Pour celle-ci, Schiff et Freund recommandent depuis longtemps les seuls rayons X et les dosent (Congrès de Berne) en plaçant plusieurs ampoules en tension.

D'une discussion à la Société de Dermatologie de Paris, il résulte que les effets dépilants des rayons Rœntgen dépendent de la qualité des ampoules, de la distance à laquelle on les place, enfin, de la durée des séances. Pour obtenir une épilation définitive, il semble que, après la disparition des poils, on doive faire encore de temps à autre quelques applications complémentaires pour prévenir la repousse. MM. Vieira (de Porto) et Gastou ont guéri, un garçon de seize ans et demi, qui était atteint de teigne faveuse depuis quatorze années. Ce malade a été traité par des applications de rayons X, suivant la méthode que M. Schiff (de Vienne) emploie dans les affections du cuir chevelu : les séances durent dix minutes avec 15 centimètres d'étincelles équivalentes, 5 ampères et 25 volts; l'ampoule est maintenue à 20 centimètres du point à traiter. On obtient ainsi la déglabration du cuir chevelu au bout de 11 séances seulement; la chute des cheveux est précédée d'un léger érythème; la repousse

des cheveux se fait sur tous les points antérieurement atteints. A ce sujet, à la *Société française de Dermatologie,* M. Brocq a fait remarquer que, si parfois — comme dans le cas actuel — les rayons de Rœntgen ne déterminent qu'une chute de cheveux passagère, dans d'autres cas la dépilation est définitive. Il importe donc de bien établir la technique à suivre pour obtenir sûrement l'un ou l'autre résultat. (L'ampérage et le voltage sont encore à déterminer.)

M. W. B. Coley, de New-York, a soigné ainsi 14 cas de sarcomes, dont un vieillard de 70 ans (*Association Américaine de Chicago*, à Albany) ; à ce même Congrès, MM. S. D. Bevan (Chicago), Meyer (New-York), Vander Weer (Albany), Oschner (Chicago), préconisent les rayons X et les mettent à l'ordre du jour pour leur réunion de 1903. A *l'Association Américaine de Médecine*, 51e réunion, Saratoga, le succès des rayons X est le même : M. C. W. Allen, de New-York, relate 35 cas de cancer traités avec succès, M. C. H. Skirnner, de New-Haven, trouve que son absence de douleur en fait une méthode médicale de choix.

— A *l'American electrotherapeutic Association* (7e Congrès, à l'hôtel Kaaterskill, New-York, les 2, 3, 4 septembre), les rayons X sont également préconisés. Morton dit que la vitesse de la machine statique est à régler et que pour 1000 révolutions par minute, les plateaux sont à réduire en diamètre. W. B. Snow, pour les rayons X en thérapeutique, préconise la machine statique à 10 plateaux de 30 à 34 pouces de diamètre contre les tumeurs et les cancers. Skinner et Gibson, vantent les rayons X contre le cancer ; Dickson (Toronto), contre l'épithélioma de la langue (tube à 1 ou 2 pieds du malade, puis, peu à peu descendant à 6 pouces, au bout des 10 minutes suffi-

santes on a un érythème marqué). Il y a aussi un nœvus vasculaire disparaissant par ce moyen. — Le Dr Louis Lejeune, de Liège, contre le cancer, vante aussi les rayons X.

— De même, le traitement heureux du lupus par les rayons de Rœntgen, a continué en 1902, on les a même associés à l'usage interne de l'urée en raison des bons effets du docteur H. Harper (de Nottingham) dans la tuberculose pulmonaire par l'urée ; un autre confrère anglais, M. le docteur A. H. Buck, assistant de chirurgie au Sussex County Hospital, a essayé l'urée dans un cas de lupus vulgaire : bien que la lésion datât de douze ans, la médication amena une guérison complète, De son côté, M. le docteur E. Swales, assistant du Kent County Asylum, à Maidstone, a traité avec succès deux femmes atteintes de lupus étendu de la face, par l'urée associée à l'emploi des rayons de Rœntgen. Notre confrère commença par administrer 1 gr. 20 centigr. d'urée, trois fois par jour; puis il augmenta progressivement la dose jusqu'à 7 grammes par prise. En même temps, il soumettait les malades, tous les jours, à une séance de radiothérapie durant sept minutes, en ayant soin de disposer l'appareil à une distance de 50 à 75 millimètres de la face, et en le réglant de façon que la force électromotrice ne dépassât pas 12 volts et que l'intensité du courant oscillât entre 4 et 6 ampères. Dans ces conditions, il serait inutile de protéger la peau saine contre l'action des rayons X, laquelle ne se manifesterait que par la production d'une légère aréole rougeâtre autour de chaque placard lupique. Sous l'influence de ce traitement, M. Swales a vu les lésions de la face rétrocéder rapidement, sans laisser subsister ni cicatrices déformantes, ni rétraction des téguments, comme cela s'observe à la suite des scarifications. De plus, l'usage de l'urée a influencé

d'une façon très favorable les altérations pulmonaires concomitantes, ainsi que l'état général des deux patientes.

## Accidents des rayons X.

Le Dr Oudin a exposé la question et affirmé que les accidents par suite parfaitement évitables, dépendent des intensités et des tubes, nullement des individus.

Le Dr Foveau de Courmelles, après cette lecture au Congrès d'Electrologie de Berne de 1902, trouve, avec M. Schiff, M. Oudin sévère pour l'idiosyncrasie ; qu'on l'appelle résistance électrique, peut-être, mais il est certain qu'il y a des résistances individuelles et des variabilités dans les accidents et non la régularité annoncée. Ce qui le prouverait en même temps que l'action de la plaque d'aluminium, non simplement tenue par le patient isolé ou à peu près sur un sol ou parquet ciré, mais reliée à une gouttière, à une canalisation d'eau, c'est qu'il a vu un malade avoir une dermatite pour 0m. 25 d'étincelle et ne plus l'avoir avec la plaque d'aluminium ; quant à la faible durée des séances, il a vu une malade opérée deux fois sans succès de névralgie guérie par des séances de 4, 5 et 6 minutes prises pour la radiographier. Pour la phlyctène, comme M. Schiff, il la trouve inutile et a obtenu avec son radiateur (Institut de France, 24 décembre 1900) des résultats qu'il montrera en temps utile au Congrès, et le plus souvent sans réaction. La question reste donc pendante (E. A. Coldmann, à la *Philadelphia Médical Journal, 8 mars 1902*) et voici des accidents de 1902 : M. Patrick-Cassidy, huit jours après 45 minutes de rayons X pour une distance de l'ampoule de 125m/m des téguments, une intensité moyenne et une machine statique, a produit un érythème s'accompagnant d'un prurit plus intense à gauche, envahissant le tiers in-

férieur de l'abdomen et le tiers supérieur des deux cuisses. Le prurit se changea peu à peu en douleurs qui devinrent tellement intenses que le malade dut non seulement cesser l'exercice de sa profession mais recourir à la morphine; le repos et le sommeil furent rendus complètement impossibles. L'inflammation s'accrut, puis des vésicules apparurent dans toute la région érythémateuse et trois semaines plus tard il y eut une large desquamation. Des applications de poudre de stéarate de zinc améliorèrent rapidement tout le côté droit et une partie de la région gauche qui guérirent complètement, mais il resta au niveau du pli de l'aine une région large comme la main d'un rouge intense et et qui était le siège de douleurs atroces. Trois mois après le début de ces phénomènes la surface commença à se recouvrir d'une membrane jaunâtre, très peu adhérente, que l'on put facilement enlever, mais elle se reproduisait aussitôt qu'on l'enlevait et devenait de plus en plus adhérente, si bien qu'il fallut la curette pour la détacher. Les douleurs devinrent tellement atroces, l'état général du malade déclina à tel point que toutes les méthodes de traitement ayant échouées, on dut recourir à l'ablation au bistouri de tous les tissus malades. Au moment de l'opération (six mois après le début des accidents) la surface était d'une couleur gris foncé avec, par places, des points légèrement rouges : il n'y avait aucune sécrétion et aucune odeur. Tout autour la peau était saine.

— Des *Télangiectasies consécutives à l'action des rayons X* sont signalées à la Société Império-Royale de Médecine de Vienne par M. S. Ehrmann qui présente le 28 mai, une jeune fille atteint d'hypertrichose du visage, qui a été soumise à l'application des rayons de Rœntgen : à la suite de ce traitement, il survint au niveau de la joue droite une ulcération, puis, quelque

temps après, de petites taches rouges manifestement télangiectasiques ; de même M. H. Teleky a observé deux fois des altérations analogues, également consécutives à des applications radiothérapiques, et M. Spiegler fait observer que ces télangiectasies n'apparaissent parfois que plusieurs mois après l'emploi des rayons X.

— Il en fut de même pour un employé du musée Grévin qui montrait quotidiennement au public les effets des rayons de Rœntgen, sans se douter des troubles profonds qui, d'une façon lente mais constante, déterminaient progressivement une altération irrémédiable des tissus. La photographie de cette main exécutée par M. Félix Meheux, dermatographe aquarelliste, montre un épiderme rouge, érithémateux, craquelé, les ongles atteints d'onyxis, de la raideur articulaire des doigts allant jusqu'à l'ankylose. Là ne se localisèrent pas seulement les désordres, d'autres parties furent atteintes, chute des cheveux, de la barbe, affaiblissement de la vue, toutes ces perturbations sévissant du côté droit, celui exposé aux vibrations.

— Des observations récentes tendent à démontrer que les altérations produites par les rayons X ne sont pas de véritables brûlures, mais résultent d'un trouble vasomoteur aboutissant à la contraction des artérioles cutanées, et, par suite, à la nécrobiose et à l'ulcération de la peau. Ces lésions se montrant toujours fort rebelles, M. Huntington en a tenté la cure chirurgicale par le procédé suivant : Un homme de trente-cinq ans offrait, depuis six mois environ, dans la portion sus-ombilicale du muscle droit de l'abdomen, du côté droit, une plaque de dermite grande comme une soucoupe de tasse à thé, qui s'était développée à la suite de quelques séances de radioscopie. Au centre de la lésion en question existait une ulcération ovalaire, de 7 à 8 centimètres carrés, à bords hyperesthésiques auxquels

faisait suite une zone hyperémique, laquelle était le siège de vives démangeaisons. Ayant fait endormir le malade, M. Huntington extirpa la zone ulcérée en la circonscrivant d'une incision profonde qui intéressait tout le pannicule adipeux jusqu'à la gaîne du muscle droit. Le pannicule étant sclérosé, on le réséqua à une certaine distance tout autour de l'incision; la peau ainsi décollée fut ensuite suturée à la gaîne du grand droit, et on recouvrit l'espace cruenté restant avec des greffes de Thiersch. La guérison fut parfaite et s'est depuis lors maintenue; la citracice présente un petit point rouge, mais sans tendances à l'ulcération; autour d'elle la peau forme une sorte de chéloïde annulaire.

— Le souffle électro-statique peut guérir également ces lésions.

## Rayons X et peintures.

En étudiant les rayons X, on vient de constater que les diverses couleurs à l'huile sont plus ou moins pénétrables par eux. A la suite de cette constatation, on a institué des recherches pour déterminer, à l'aide des rayons X, *de quelles substances étaient composées les couleurs des anciens tableaux*. En présence de deux ou plusieurs couleurs qui ont le même aspect à l'œil, de préciser quels sont leurs éléments constitutifs, d'après leur plus ou moins de pénétrabilité à ces rayons. On voit l'utilité de ce nouveau moyen d'expertise. Voici un tableau: est-ce un vrai ou un faux Rembrandt. Les couleurs employées par Rembrandt et par l'imitateur ne sont pas de même nature, et les rayons X montreront la différence. Ils vont de plus vous permettre de retrouver les éléments qui entraient dans la composition de ces peintures dont l'éclat, conservé à travers les siècles, fait l'étonnement et le désespoir des peintres

d'aujourd'hui. Ils apprennent aux peintres quelles sont, parmi les couleurs, celles qui durent et celles qui s'altèrent. Ils ont aidé déjà à retrouver les signatures de quelques chefs-d'œuvre perdues sous des couches de couleurs pénétrables à leur action.

---

CHAPITRE XV.

# LA PHOTOTHÉRAPIE (1)

**La lumière rouge. — Analogies entre le radium, les rayons X et les ultra-violets. — Actions physiologiques. — Comparaison de divers radiateurs. — Intensités de diverses lumières chimiques. Faits pathogéniques et thérapeutiques.**

---

## La lumière rouge.

La lumière a une action physiologique très nette sur la sensibilité normale ou anormale, sur l'évolution des fièvres éruptives qu'elle rend plus rapide et plus bénigne; la variole (Finsen, 1895; A. Cassa, de Turin, 1902), la rougeole, la scarlatine ne suppurent ou ne desquament pas (Schoull, La Chatinière, Foveau de Courmelles); ce sont alors les radiations rouges qui agissent, comme encore en l'emploi de pommades

(1) La partie médicale et personnelle de ce chapitre est la communication de l'auteur au deuxième Congrès d'Electrologie et de Radiologie Médicale, tenu à Berne (Suisse) du 1er au 6 septembre 1902. Pour être complet, de nombreuses additions des travaux d'autres auteurs et de faits scientifiques ont été faites.

rouges ou d'étoffes rouges enveloppant des membres ulcérés (Winternitz). Le Dr Hermann Krukenberg, à l'hôpital de Liebnitz, a traité de même dix-huit érysipélateux dont quinze de la face : sept fois l'hyperthermie disparut en moins de vingt-quatre heures, et deux fôis seulement dura six et sept jours. Inversement, M. Rumpf, de Bonn, préconise les rayons bleus.

La lumière est donc un puissant agent d'investigation et de thérapeutique, en même temps qu'un chapitre de physique physiologique. Combien complexes ces actions de radiations lumineuses si variées elles-mêmes, en dehors des phénomènes visibles, du violet, de l'indigo, du bleu, du vert, du jaune, de l'orangé, du rouge, des actions thermiques de l'invisible infra-rouge, du chimisme si puissant du non moins invisible — pour l'œil, s'entend — ultra-violet... Toute une thérapeutique s'est basée sur ces effets multiples. Quand avec J. Luys, en 1886-87, nous étudiions à l'hôpital de la Charité l'effet sédatif du violet sur les hypnotisés et réconfortant du rouge ; quand, en 1890, je signalai les mêmes ations sur certains nerveux éveillés (l'*Hypnotisme*) ; quand, en 1891, j'en proposai l'application, dans les chambres de malades, au moins, sous le nom de *chromothérapie*, on a souri... Et aujourd'hui, ces idées sont appliquées, banales et courantes, les excités sont calmés dans des chambres bleues et les déprimés tonifiés en des chambres rouges. (Donza, in *Revue de thérapie physique*, et Foveau de Courmelles, *Année électrique* 1901). Cette action du rouge se retrouverait en la plus grande production des mâles de verre à soie (Expériences de Camille Flammarion) faites sur 720 larves et 3 générations (1). J'ai

(1) Voici les chiffres de l'illustre astronome, ici éminent biologiste (l'an dernier nous ne citions que le fait, notons que le spectroscope n'a pas servi) :

également, en février 1893, signalé l'action sédative des lampes à incandescence en neurologie; en 1894, l'action favorable de l'obscurité pour éviter la suppuration variolique; puis, en 1898, l'action, sur le lupus, des rayons X et des effluves de haute fréquence; en 1900, l'action sur les myélites de l'*héliothérapie* artificielle (*Académie de Médecine* et *Premier Congrès d'Electrologie et de Radiologie Médicales*), et fin 1900, *présenté* à l'*Institut de France*, mon radiateur chimique (lampe à arc ou à incandescence, avec ou sans solution bleue).

Nous rejetons les termes de *photothérapie négative* et de *photothérapie positive*, comme impropres, attendu que dans les deux sortes d'applications on enlève des radiations, les termes de photothérapie *totale*,

| | *Mâles* | *Femelles* |
|---|---|---|
| Verre incolore et air libre . . | 50 p. 100 | 50 p. 100 |
| Bleu clair . . . . . . . . . . . | 57 — | 43 — |
| Obscurité sous feuille d'étain. | 58 — | 42 — |
| Violet clair. . . . . . . . . . . | 58 — | 42 — |
| Violet foncé . . . . . . . . . . | 62 — | 38 — |
| Obscurité sous carton . . . . | 63 — | 37 — |
| Bleu foncé. . . . . . . . . . . | 63 — | 37 — |
| Orangé. . . . . . . . . . . . . | 64 — | 36 — |
| Rouge foncé . . . . . . . . . . | 68 — | 32 — |
| Puis, avec une nourriture restreinte : | | |
| Violet foncé . . . . . . . . . . | 58 — | 42 — |
| Bleu clair . . . . . . . . . . . | 63 — | 37 — |
| Bleu foncé. . . . . . . . . . . . | 65 — | 35 — |
| Violet clair. . . . . . . . . . . | 77 — | 23 — |

Le rouge aiderait ici la nutrition, car certains statisticiens assurent que, après les années de guerre, la natalité des garçons surpasse de beaucoup celle des filles, ce qu'ils attribuent non pas à une loi de la nature destinée à combler les vides, mais aux privations, aux misères, aux ruines qui accompagnent le fléau de la guerre, et, comme conséquence, à une diminution de la richesse de l'alimentation des couples progéniteurs. Les pays les plus pauvres paraissent également les plus féconds en garçons.

*calorifique* ou *chimique* sont préférables, termes qui pour le Dr P. Apéry, de Constantinople, deviendraient de l'*héliothérapie* (Foveau de Courmelles, 1898), de *photothérapie* et de *phacothérapie* en employant successivement toutes les radiations avec une lentille et grâce aux foyers différents des radiations selon leurs longueurs d'onde et l'aberration de sphéricité des milieux convergents. M. Jacoby (*Société des Naturalistes de Fribourg*), préconise les lampes à incandescence avec lumière totale contre le lichen, quelques variétés d'eczémas et les angiomes ; il constate aussi une série de cas de chancre, d'érysipèles, d'ulcères atoniques, d'engelures, de piqûres d'insectes, qui ont été traités par lui avec un franc succès par l'application successive des trois radiations à l'aide d'une simple lentille ; puis par d'autres observateurs : chancre (Dr Ritzo) ; engelures (Dr Bratsano) ; érysipèle (Dr Kélaïditis) ; plaies atoniques et chancre (Dr Pepe) ; urétrites gonorrhéïques, les orchites et orchi-épididymites aiguës et chroniques (Dr Minime) : il applique sur la région traitée et en la comprimant un morceau de *verre ?* (*Le Médecin,* 8 juin 1902).

Les rayons calorifiques *rouges*, — dit le Dr Georges Gautier (*Afas*, Montauban, et *Revue Internationale d'Electrothérapie*), — grâce à des lampes spéciales, de deux ampères avec 110 volts, dirigés sur le périnée et la région abdominale inférieure, exercent une bienfaisante action sur la rétention de l'urine et l'hypertrophie de la prostate. Les mêmes lampes enveloppées d'un globe bleu produisent un amendement des symptômes douloureux. Le double bénéfice : diminution de la rétention d'urine, amendement des douleurs spasmodiques, ajouté au relèvement de l'état général des malades est obtenu dès la quatrième ou huitième séance. Dans trois cas, l'utilisation des rayons Rœntgen, en

application isolée et sur le périnée, le malade sur la chaise à spéculum, les membres fortement relevés, avec un tube mou, s'est montrée aussi très efficace; mais les résultats ont été moins rapides. Les avantages de la méthode, pour la cure de l'hypertrophie de la prostate, sont les suivants : Augmentation de la contractilité vésicale ; désinfection rapide de la vessie par un traitement aseptique ; évacuations plus espacées, plus abondantes ; amendement des douleurs à la miction. Chez les malades jeunes, c'est un traitement digne d'attention, capable d'empêcher l'évolution du prostatisme ; chez les malades âgés, c'est une méthode palliative, mais d'une incontestable valeur chaque fois qu'il n'existe pas d'infections de voisinage ou à distance. Des épreuves prolongées sont nécessaires, avant d'imposer des conclusions plus fermes, ne pouvant avoir de la pratique d'un année que des impressions sommaires.

L'action élective des rayons lumineux, signalée par Foveau, pour l'électricité (*Institut de France*, 18 janvier 1891); la lumière augmenterait également la force musculaire qui serait plus grande qu'en l'obscurité (Hofbauer, de Vienne). D'après A. F. A. King, la quinine qui rend le sang fluorescent détruirait par ce fait l'hémotozoaire du paludisme.

## Analogies entre le radium, les rayons X et les ultra-violets.

*La récente vision par le radium chez les aveugles* a été signalée par M. Javal, à l'Académie de Médecine : « Le radium, découvert par M. Curie, jouit de la propriété singulière d'émettre en permanence des rayons analogues aux rayons cathodiques et aux rayons de Rœntgen. M. Giesel a reconnu qu'un sel de radium,

lumineux par lui-même, continue à produire une perception lumineuse quand, entre le radium et l'œil, on interpose un écran opaque, un écran métallique par exemple. La présence du radium se manifeste par une lueur qui semble remplir tout le champ visuel. La même lueur générale apparaît encore quand on pose contre la tempe un verre contenant quelques centigrammes de chlorure de radium. J'ai fait quelques expériences avec le radium chez les aveugles, elles ont permis de constater qu'ils perçoivent ou non la lumière émise par ce corps suivant l'état de leur rétine. Si elle est saine, ils ont une sensibilité lumineuse comparable à celle d'un voyant ».

Les dangers de telles expériences prolongées seraient réels, car les radiations du radium sont chimiques, pénétrantes et destructives. Il ne faut donc faire — ce qui suffit en optique — que de très courtes expériences. MM. Giesel, Curie et Becquerel, qui promenaient dans une poche de gilet, ou plaçaient sur leurs bras plus ou moins longtemps, enfermé dans une boîte de celluloïde ou même de métal, un petit morceau de radium, ont eu la peau brûlée profondément ; les accidents se sont produits à longue échéance (30 à 40 jours), comme avec les rayons X, attaquant la peau et les tissus sous-jacents, creusant, suppurant et laissant des cicatrices. Ne sait-on pas aussi par des présentations de M. Hallopeau (lupus verruqueux guéri mais à ulcérations atones datant de six mois), — opposés aux beaux résultats de M. Danlos (radium à activité 19.000, de 24 à 36 heures, a guéri entre un à trois mois une série de lupus tuberculeux avec des cicatrices planes et nettes, *Société de Dermatologie*, 3 juillet 1902) — que chez certains lupiques, le radium essayé a produit des troubles trophiques profonds et peu curables ; comme les rayons X, souvent si puis-

sants et si efficaces, le radium est aussi dangereux et aussi peu réglable ; et la durée de guérison n'a pas encore la certitude des cures de Finsen. Les dangers, sont difficilement évitables : ankylose articulaire des doigts, télangiectasie, dermatites,... — pour les malades et... les médecins que condamnent les tribunaux — dans l'emploi de ces agents, radium ou rayons X. Même la plaque d'aluminium qui, dans une cure de lupus, en 1898, évita sur le même malade et avec 40 centimètres d'étincelle, le retour d'une dermatite profonde, d'abord produite avec $0^m$ 25 semble, d'après les auteurs, souvent impuissante. Rien de semblable n'arrive avec la lumière violette, facile à doser et graduer par l'empérage, par suite de pénétration connue, et à volonté, profonde, plus microbicide... D'autre part, le processus curatif semble différent pour les rayons X à champ électrique et les rayons chimiques purs ; on constate dans les premiers un tissu blanchâtre, cicatriciel, de néoformation, moins esthétique que la transformation presque invisible des tissus lupiques irradiés et guéris par l'ultra-violet.

Mais à propos de la vision du radium pour les aveugles, ou tout au moins de phénomènes anormaux, plus anormaux que ceux de M. Javal — et je les lui rappelai à l'occasion de sa communication à l'Académie de Médecine — je puis citer des expériences analogues antérieures, faites avec les rayons de Rœntgen. En effet, dès 1898 (communication du 21 mars 1898, à l'Institut de France, présentée par le professeur Marey), j'étudiai l'action de rayons X sur les aveugles. Je plaçai une ampoule de Crookes enveloppée de noir dans l'obscurité, et le bruit de l'appareil était toujours le même, que l'on produise ou non les rayons de Rœntgen, de façon à éviter les illusions d'optique que l'audition et l'attente de phénomènes eussent pu pro-

duire. Les 240 de l'Institut des Jeunes Aveugles de Paris furent ainsi examinés : neuf à lésion périphérique perçurent une vague sensation de lumière et deux eurent une légère secousse. A l'état normal, nous ne percevons pas les rayons X, il nous faut un écran fluorescent ou une plaque sensible. La rétine des neuf voyants s'est donc comportée comme celle ci. Ces expériences étaient faites pour répondre à Edison, qui prétendait que tous les aveugles, surtout à la lésion centrale, allaient recouvrer la vue par les rayons X, Edison s'était trompé. Seuls, les aveugles à lésion périphérique, et encore en petit nombre, neuf sur deux cent quarante, ont une rétine sensible aux rayons X, et peut-être ces rayons ou certaines radiations lumineuses plus faciles à produire, comme certains bruits sont employés avec succès chez certains sourds, ces rayons pourraient-ils être essayés, et aussi servir au diagnostic de lésion centrale.

On aurait pu aussi placer une plaque de plomb devant l'ampoule de Crookes, mais l'expérience eût été ainsi encore plus possible de critiques. On ne supprimait pas le champ électrique — ce que paraît faire la plaque d'aluminium reliée au sol et qui m'a permis, dans le cas précité, d'éviter les accidents des rayons X (*Congrès d'Electrologie, 1900*) — ni les rayons secondaires formées sur les métaux par le choc des rayons X (Sagnac), mais il valait mieux et sûrement supprimer ces phénomènes complexes sur l'organisme qui auraient fait croire à une vision inexistante. Il était donc plus simple de laisser subsister un bruit uniforme, tout en supprimant les rayons eux-mêmes. Peut-être se passe-t-il là des phénomènes de fluorescence organique, communs aux diverses radiations chimiques et que nous constatons chez diverses substances, telle *la fluorescence par l'arc* chez le diamant : M. Chaumet

a constaté l'existence d'un rapport intime entre cette propriété et la nature de l'éclat que le diamant manifeste à la lumière artificielle, surtout à la lumière des bougies, celle qui fait le mieux ressortir la qualité des pierres de premier choix. Les diamants qui projettent les feux les plus vifs ne sont pas toujours ceux dont la taille est la plus régulière, mais bien ceux qui, examinés à la lumière violette, se montrent le plus nettement fluorescents. Tandis que les diamants non fluorescents, frappés par cette lumière, se colorent simplement en violet, les pierres les plus éclatantes affectent une fluorescence notable, d'un bleu clair très lumineux. Ce diagnostic est d'autant plus précieux en raison de sa facile application, que les diamants, quelle que soit leur qualité, offrent tous la même transparence aux rayons X. L'action de la lumière violette sur le diamant jaune, le fait passer pendant un certain temps au brun foncé, et permet de distinguer le rubis de Birmanie du coûteux rubis de Siam (1).

Déjà, en mon *Traité de radiographie*, premier enseignement des rayons X, à la Faculté de Médecine de Paris, j'avais noté (1896-97) diverses expériences

(1) Cela expliquerait que le soleil à photosphère si chargée d'hydrogène est encore le corps le plus riche en rayons ultraviolets. D'autre part, M. O. Cepich en obtient ainsi le spectre. Une aiguille à tricoter, un fil de fer, porte-plume, crayon, paille, etc., enfin un objet quelconque long et mince, est tenu devant un des yeux fixé sur la lune, l'autre étant fermé. Suivant le diamètre de l'objet formant l'obstacle et sa distance de l'œil il n'y aura pas de lune, ou il y en aura une ou deux. Si l'obstacle est contre l'œil, on ne voit rien ; en le déplaçant un peu à gauche, le disque de la lune présenté a les couleurs du spectre, ou, du moins, le violet se trouvera à gauche et l'orangé à droite ; l'obstacle placé vers la droite, le violet, au contraire, sera à droite et l'orangé à gauche ; si on éloigne l'obstacle, il y aura deux lunes avec les susdites couleurs et l'obstacle paraîtra étranglé.



contradictoires sur la perméabilité de l'œil à ces rayons, et les résultats différents des observateurs devaient tenir aux intensités employées ou aux altérations *post mortem* ou produits par des projectiles dans les humeurs des organes de la vision. On conçoit donc qu'il existe des rayons invisibles, sauf peut-être à certains sensitifs spéciaux rares ? — pour l'œil normal, l'extrême ultra-violet, par exemple d'*U* à *V* du spectre, mais agissant, agissant soit avec des propriétés dissemblables de l'ensemble du spectre chimique (*H* à *V*) ou n'ayant qu'une partie des propriétés de ces raies ? Même le rouge influence les papiers et plaques à bromure direct (lumière Foucaut) qui exigent le vert pour leur développement. D'après le D[r] G. Le Bon, une épaisseur d'air, en couche de peu de centimètres, absorberait très facilement les ultra-violets. Ces rayons déchargent un corps électrisé positivement plus rapidement qu'un corps de fluide inverse. Dawson Turner) ; en serait-il de même si un écran métallique mis à la terre entourait l'appareil. Le prof. Everett se demande si le sel gemme, perméable aux ondes de grande longueur le serait aux petites ? L'hydrogène pur se laisse, comme le vide parfait, traverser par les rayons ultra violets (Schumann). Dans une caisse, en plein soleil, on a pu photographier un vase en faïence. Les diverses lumières ont donc d'étroites parentés.

## Actions physiologiques.

La lumière peut agir encore sur le reste de l'organisme par des modes particuliers que nous allons étudier et dont les accidents des rayons X, les guérisons, les érythèmes ou les brûlures produites au soleil par réflexion sur la neige ou la glace ou directement

(Krukenberg, de Liegnitz), lors de la soudure électrique des métaux... nous donnent déjà une idée.

Le Dr G. Barbenzi a signalé l'influence de l'appareil de Finsen, sur la spécificité, et mon radiateur timidement essayé, parce que tous les procédés curatifs avaient été épuisés, dans un cas de vertiges oculaires et de douleurs sourdes dans l'œil, a fait cesser les douleurs et produit l'amélioration de la vision. Cette action calmante, sédative de la lumière, est connue même pour les lampes à incandescence (1893), ct la médecine nerveuse et mentale l'utilise ; mais diriger la lumière chimique la plus sédative sur les territoires célébraux excités — et la pénétration a bien lieu, je l'ai démontré — donnerait encore de meilleurs résultats. Cependant si l'on réfléchit aux cas d'anesthésie produite par la lumière chimique et pouvant aller jusqu'à permettre sans douleur l'avulsion dentaire (Dr A. V. Minine, de St-Pétersbourg ; — haute fréquence, 1893, Drs Oudin et Cruet, et 1901, Régnier et Didsbury, de Paris), on ne doit plus s'étonner de cette action sédative. Pour ma part, j'ai toujours constaté l'insensibilité de la gencive et des dents après la compression, pour traitement lupique, de la lèvre sus-jacente ; on peut heurter violemment les dents sans produire de douleur (*Société d'Odontolgie*, 6 mai 1902) ; des dents mobiles se sont ainsi et aussi consolidées. Dans un cas de lupus de la joue gauche, chez une petite fille de sept ans, atteinte de la coqueluche, la séance de rayons chimiques arrêtait absolument les quintes de toux, même pour un certain temps après la séance ; il y a donc là une action antispasmodique. Un cas tenace de névralgie faciale a aussi cédé, et le Dr Churchod, de Bâle, m'écrivait avoir vu, en un Institut photothérapique de Berlin, un trijumeau gauche, supra et infra orbital, chez un homme de 60 ans, opéré deux fois sans succès et guéri

rapidement par la lumière ; j'ai, en 1899, eu le même succès, avec les rayons X (3 séances de 15 minutes), pour une branche du maxillaire opérée deux fois sans succès, en 1884 et 1886, et la guérison s'est maintenue depuis. D'autre part, le peigne en aluminium que, depuis 1892 (*Revue de Polytechnique Médicale*, février 1893, *Congrès de Médecine de Rome*, 1894), je préfère pour la franklinisation ou maratisation des neurasthéniques, est celui qui donne le plus d'effluves photogéniques avec la machine électro-statique, et son action calmante est due certainement en partie à cette production chimique lumineuse.

D'autre part, la lumière est microbicide et transformatrice au premier chef, et son champ thérapeutique s'étend de plus en plus.

L'action bactéricide de la lumière est indéniable. L'irradiation solaire ou électrique a été faite avec succès par Downes et Blunt, dès 1877, puis Buchner, Arloing, Nocard, Roux, Strauss, Duclaux, Gaillard, Roope, Geisler, Pausini, Downes, Blount, Chemielewski, Ianowski, Finsen, Foveau de Courmelles..., et le peuple qui d'instinct expose au soleil ses linges souillés le démontre : lumière et ozone vont de front en l'atmosphère comme en maintes productions électriques. L'atmosphère des hauteurs n'est pas souillé, la lumière s'y étale et s'y réfléchit et l'ozone y est abondant (belles recherches du Dr Maurice de Thierry au sommet du Mont-Blanc). La lumière qui jaillit aux plots des lignes de tramway produit de l'ozone. La lumière bleue de lampes à incandescence donne, au Dr Kayer, de belles destructions de bactéries, radiations bleues, violettes, ultra-violettes, ont l'action bactéricide maximum. MM. H. Becquerel et Curie ont montré que les radiations émises par un appareil à radium (rayons de Becquerel ne forment pas un tout

homogène, mais qu'elles se divisent, comme pour les autres sources lumineuses, en deux groupes : celles qui passent facilement à travers les milieux qu'elles traversent et d'autres qui ne possèdent cette propriété qu'à un très faible degré. Il existe donc (*Revue scientifique*) une similitude au point de vue des propriétés physiques entre les radiations solaires et les rayons de Becquerel. Dès lors, il était permis de se demander si les deux groupes de radiations de Becquerel, comme ceux du soleil, se différenciaient par leurs propriétés bactéricides. Ce point vient d'être résolu par E. Aschkinas et W. Caspari. Les expériences faites dans ce but par ces auteurs et relatées dans le numéro de novembre 1901 des *Annalen der Physik*, démontrent que les rayons de Becquerel possèdent des propriétés bactéricides très prononcées et qu'elles appartiennent au deuxième groupe de radiations, c'est-à-dire à celles qui sont facilement absorbées par les milieux qu'elles traversent. Ces rayons se rapprochent donc des radiations solaires, non seulement par leurs propriétés physiques, mais aussi par leur action sur les microorganismes.

Ces phénomènes paraissent souvent de nature électrolytique. Pour les rayons X et leurs brûlures, on l'a écrit, mais en se basant sur deux faits, ce qui est peu. Au point de vue des courants continus, l'Allemand Smirnow, opérant l'électrolyse dans un tube en *U* a constaté l'action bactéricide du pôle positif, et l'innocuité à l'inoculation des liquides diphtériques ainsi traités. En traitant photothérapiquement à distance des malades, et enfonçant des aiguilles en platine, j'ai pu, à diverses reprises, constater un faible courant au galvanomètre à miroir.

## Comparaison de divers radiateurs.

Voilà pour la partie plutôt physiologique des actions lumineuses, pénétrons maintenant dans le champ des applications curatives. Bien qu'ayant déjà, en de précédents Congrès, adressé des travaux et des mémoires sur la photothérapie, ce qui me permet actuellement de n'apporter ici que mes derniers résultats, ajoutant que l'*Association Française pour l'Avancement des sciences* a bien voulu subventionner, en 1902, mes recherches sur la lumière. Longtemps Finsen a été le seul détenteur d'une méthode photothérapique, dérivée des travaux de Le Catts, Lecomte, Fienus, Tschimhaassen, Langenbeck, Mehl, Thayer et Lahmann (1), puissante et efficace, quoique longue et dispendieuse, puisque exigeant 80 ampères, des infirmiers pour comprimer, un local spécial et très grand, des frais d'achat et de canalisation hydraulique et électrique considérables, des séances d'une heure et quart... Une nouvelle phase photothérapique s'ouvrit avec mes communications à l'Institut de France, du 24 décembre 1900, et présentation d'appareil, avec M. Trouvé, sur la lampe à incandescence à charbon spécial et solution bleue, et seul, à l'Académie de Médecine de Belgique du 29 décembre suivant, sur l'arc voltaïque (5 ampères, 10, 15, 30 ou 45 minutes au plus, le malade s'appliquant lui-même...), entre miroirs argentés avec quartz filtrants pour la transmission des rayons chimiques agissants, l'acétylène (*Annales de médecine et de chirurgie infantiles,* 15 février, et *Société des gens de science,* 18 février 1901, et *Année Electrique* de 1900). La *So-*

(1) Hérodote, Pline l'Ancien, Oribase, avaient signalé aussi l'action bienfaisante du soleil et même la meilleure cautérisation par une boule de cristal en recevant les rayons (Pline).

*ciété française de dermatologie* consacra, le 2 mai 1901, ma priorité. Il est curieux, en passant, de noter que c'est à partir de mes travaux qu'on put simplifier l'appareil de Finsen laissé tel pendant sept ans!

J'avais utilisé plusieurs principes nouveaux : rapprochement du malade de la source lumineuse, concentration focale, réflexion et enveloppement (qui augmente la durée des charbons et la production des rayons violets) de celle-ci, qui furent imités ensuite, en tout ou partie.

La première simplification apparaissant (description du 4 mars 1901), après mon radiateur, fut une lampe à arc voltaïque à l'air libre, sans miroirs et simplement pourvue d'une circulation d'eau froide et de quartz filtrants; la consommation qui devait être de 10 à 15 ampères fut de 20 à 25, et la lumière aveuglante de l'appareil est très pénible pour l'opérateur et l'infirmier. On prétend que la position angulaire des charbons creuse le négatif, et empêche la dispersion des rayons. On aurait récemment utilisé, avec succès, le courant à arc alternatif, en empêchant la dispersion des rayons par l'adjonction derrière cet arc d'un disque en terre réfractaire (terre de pipe et oxyde de magnésium).

L'incorporation de substances aux charbons de l'arc pour en augmenter la puissance est ancienne; j'ai essayé, sans succès jusqu'ici, les substances fluorescentes, il y a peut-être lieu de produire certaines combinaisons chimiques de préférence à d'autres; Kjeldssen a essayé à Copenhague les électrodes mercuriques. Depuis, Bang, élève de Finsen, qui fut depuis imité en France, fit une lampe à électrodes en fer.

Voici d'ailleurs des extraits de ses publications en la *Deutsche Wochenschrift* traduits par moi-même (septembre 1901 et février 1902) :

« L'auteur fait connaître qu'il a réussi à construire

une telle lampe en se servant comme électrodes de métaux ayant les propriétés spectrales voulues, le fer, par exemple, dont le spectre est bien connu pour être riche en ces rayons désirés ; et cela a été rendu possible en refroidissant les électrodes par l'eau, soit en les faisant creuses et les faisant traverser par un courant d'eau, soit en employant des lampes plus grandes et en les plaçant dans l'eau contenue dans un vase construit *ad hoc*. Par ce moyen simple, on obtient une lumière ayant des propriétés inattendues. Tandis qu'avec des électrodes de charbon, la plus grande partie de la lumière vient des pointes incandescentes des charbons, spécialement du cratère du charbon positif, l'arrangement en question donne un réel arc de lumière, de même que c'est presque exclusivement l'arc formé entre les électrodes qui émet des radiations. L'effet du refroidissement est aussi, non seulement de prévenir la fusion des électrodes, mais aussi de réduire beaucoup la formation du cratère ; l'énergie développée de ce fait passe dans l'arc, et ce sont des rayons de l'arc qui sont produits bien plutôt que des rayons des électrodes. Le pouvoir bactéricide de ces rayons est tel qu'il n'a jamais été réalisé jusqu'ici. Tandis que la lampe à arc ordinaire de 25 ampères et 55 volts, à une distance de 66 centimètres et dans les conditions les plus favorables, tue le staphylococcus pyogenes aureus en 4 minutes et demie, ce dernier est tué par la lampe décrite, avec des électrodes de fer, une même puissance de courant et dans les mêmes conditions, en un peu moins de 4 secondes, ce qui montre un pouvoir bactéricide de soixante fois celui de la lumière à arc habituelle. De semblables résultats sont montrés en ce qui concerne les effets irritants sur la peau de ces rayons froids. Une radiation de cinq minutes, à un mètre de distance de la lampe, est suffisante pour produire un érythème d'origine lu-

mineuse, bien marqué, et s'étendant sur le visage entier : il dure plusieurs jours. . . ».

« . . . Les avantages et les limites de la dite lumière, lorsqu'il s'agit au moins des électrodes de fer, sont indiqués par le fait qu'elle donne plus de rayons ultraviolets que de rayons visibles. En concordance avec le pouvoir bactéricide et irritant de la peau des rayons ultra-violets, une lampe en fer de 25 ampères tue le staphylococcus pyogenes aureus, en culture superficielle, en à peu près autant de secondes, que la lampe à arc en charbon emploie, sous les mêmes conditions, de minutes, et la lumière d'une semblable lampe en fer est capable de provoquer, en quelques minutes et à une distance d'un mètre, un erythème lumineux de la peau du visage.

« Une autre particularité des rayons ultra-violets consiste en ce que ces rayons peuvent être facilement absorbés et qu'il n'y a que peu de substances, par exemple le quartz et l'eau qui les laissent plus facilement passer. Rien qu'une plaque de verre de quelques millimètres d'épaisseur peut protéger assez longtemps la peau contre l'action de la lumière de fer. Les expériences de Strebel et Freund ont démontré que les rayons ultra-violets sont, plus facilement encore, absorbés par la peau. Les expériences spectrographiques de Freund, aussi bien que le fait qu'ils produisent très facilement une inflammation de la peau, avec dilatation des cellules, établissent qu'ils pénètrent la peau jusqu'à une certaine profondeur. Mais la plus grande partie des rayons ultra-violets, et parmi eux, ceux qui sont les plus réfangibles, ne pénètrent dans la peau qu'à des fractions d'un millimètre. Peut-être faut-il même attribuer leur puissante action sur l'épiderme au fait que ces rayons y sont absorbés en si grand nombre et transformés en d'autres énergies. En ce qui

concerne la lumière de fer à 25 ampères, à travers une parcelle de peau, d'une épaisseur d'un millimètre prise sur la poitrine d'un garçon d'environ 12 ans, et placée entre deux plaques de quartz, cette lumière met approximativement trois fois autant de temps pour noircir le papier photographique au chlorure d'argent, que n'en mettrait une lampe à arc au charbon de 25 ampères. Mais à mesure qu'on amincit la parcelle de peau, l'action de la lumière de fer se rapproche de celle de la lumière de charbon, l'action des rayons provenant des deux genres de foyers est à peu près égale lorsque la parcelle de peau (coupe microtomique de la peau gelée) a une épaisseur de 0.1 millimètre. La différence entre le pouvoir de pénétration est plus grande encore lorsque l'on compare la lumière concentrée d'une lampe à arc au charbon, telle qu'elle est employée dans les appareils Finsen, et la lumière non concentrée d'une lampe à arc en fer, semblable à celle de la petite lampe à main construite par moi. En comparant les deux espèces de lumière quant à leur puissance, comme je l'ai fait dans ma première et provisoire communication, on peut induire en erreur parce que la différence n'est pas seulement quantitative, mais qu'elle est également qualitative. Dans cette comparaison, il faut également tenir compte de ce que, quoique les séances avec les appareils de Finsen durent cinq quarts d'heure, leur réaction lumineuse complète apparaît déjà après un temps beaucoup plus court.

« On est donc autorisé à croire que les deux sortes de lumière auront des indications absolument diverses. Tandis que l'emploi de ma lampe, d'après la méthode la plus simple et la moins coûteuse, produit une forte réaction cutanée et a un effet bactéricide superficiel, les appareils Finsen conservent leur suprématie entière à l'égard des maladies dont le siège

est plus profond, telle que le lupus vulgaire, auquel cas la lumière de fer provenant d'un foyer aussi fort que l'est ma lampe à main de 8 ampères, doit être déconseillé ».

Tous les résultats publiés (Kattenbracher de Spandau, Curchod, de Bâle; Strebel, de Munich sont trop récents pour être probants. Bang, certainement très compétent, délimite clairement les applications purement superficielles de la lampe à électrodes de fer.

La lampe employée à l'hôpital Saint-Louis supprimait l'eau, tout en copiant les électrodes de Bang, puis mon enveloppement de lumière, mais consommait énormément : 25 à 30 ampères; il y a évidemment économie considérable à se servir d'eau et ne consommer que 5 ampères. Certains malades se plaignaient de sensation de chaleur, et il apparaît qu'on y a dû prendre des érythèmes calorifiques pour des phlyctènes chimiques et ainsi transformer une médication, absolument indolore autrement.

L'appareil, en outre, qui précédemment aveuglait l'opérateur comme un des systèmes précédents cité, a aussi, disons-nous, enveloppé la lumière ; il peut servir à 3 ou 4 malades ce qui est le cas de notre premier radiateur tronc-cônique servant à 2 malades ou de notre concentrateur sphérique décrit au Congrès de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences, à Ajaccio, en 1901, et qui peut servir à 4 malades. Ces appareils multiples ne peuvent servir qu'à l'hôpital ou à la clinique, les malades aimant généralement être soignés seuls. Dans les diverses lampes à arc de fer exposées à ce Congrès, la compression n'est pas toujours possible, surtout pendant les longues séances souvent nécessaires. D'autre part, à l'Exposition annuelle de la *Société Française de Physique* d'avril 1902 où figurèrent les divers systèmes, sauf la lampe sans eau bien

qu'annoncée au programme, on put constater que deux d'entre eux, étaient une simple lampe à projection, mais contre laquelle il est impossible au malade de s'appuyer, dans les cas où la compression est nécessaire, étant donné qu'ils se fixent au plafond et oscillent dans tous les sens ; ces appareils ne sont d'ailleurs pas entrés dans la pratique. Il en a été de même du condensateur renforçateur des effluves statiques ou de l'ampoule négative du tube de Gessler du Dr S. Leduc, riches en rayons chimiques et cependant impuissants sur les malades (Dr Le Bayon, Prof. Ch. Colombo). Le professeur Colombo a essayé sur trois cas, avec compression et des séances quotidiennes de 20 minutes répétées 65, 76 et 33 fois ; aucun résultat : ce qui infirme les faits de laboratoire de MM. Leduc et Strebel. On voit ainsi que la clinique et le laboratoire se complètent, mais que l'observation des malades, souvent si différente de l'expérimentation in vitro, doit avoir le dernier mot. Les appareils russes et autrichiens des Drs Minine et Kaiser sont des plus simples, mais le dernier surtout exige des lampes spéciales que nous ne trouvons pas en France ; je crois, en outre, en raison de mes expériences personnelles, l'arc supérieur — le verre bleu ordinaire étant presque aussi aphotogénique que le rouge. Je puis donc, comme Finsen, mon appareil en étant directement dérivé, et ayant été d'ailleurs la première simplification après des années de recherches de tous, déclarer que j'ai obtenu jusqu'ici les meilleurs résultats, j'en donnerai les preuves les plus éclatantes par des citations autorisées et par les photogravures jointes à cette communication.

Mon radiateur chimique — je le rappelle sommairement — se compose exclusivement de charbons formant l'arc et arrivant au foyer d'un miroir parabolique avec concentrateur tronc conique, ou mieux, ce qui

diminue de beaucoup le parcours des rayons lumineux, d'un miroir concave réfléchissant la lumière, en avant des quartz filtrants et entre lesquels, comme tout autour de l'appareil, circule de l'eau froide. Des trous d'air laissent échapper les gaz de la combustion, et nulle lumière ne frappe désagréablement l'œil de l'opérateur. Le regretté ingénieur Gustave Trouvé qui avait imaginé d'utiliser, comme Archimède, le foyer miroir parabolique pour éclairer ses fontaines lumineuses et qui voulait n'appliquer ainsi que la chaleur à l'arthritisme se décida avec peine (voir *Année Electrique*, 1901, p. 374) — ne trouvant que peu nombreux les lupiques comparés aux rhumatisants et névralgiques — à construire les premiers appareils à incandescence, depuis encore très heureusement modifiés par moi, pour un meilleur rendement de l'arc et un facile maniement des plus commodes (modèle Noé). L'appareil non breveté d'ailleurs est dans le domaine public, des plus faciles à manier et appliquer. Cinq ampères, sous 110 volts — ce voltage qui est celui des secteurs d'éclairage n'a nul avantage économique à être diminué par des résistances, et au contraire il est très utile à l'efficacité curative, n'a-t-on pas démontré ici que même dans les applications électriques courantes, le voltage devenait un élément aussi, sinon plus important que l'ampérage? — sont très suffisants pour agir et produire des phlyctènes, ce qui n'est pas toujours indispensable ainsi qu'on l'enseignait avant moi et que j'ai démontré le contraire. Je crois même que s'il y a urgence soit que le malade ne puisse faire qu'un séjour limité à l'hôpital ou chez le praticien, la phlyctène est un obstacle, car pour moi elle forme une sorte de vernis isolant empêchant ensuite la pénétration profonde des rayons. Il me paraît également démontré que pour les lupus érythémateux, si résistants,

on augmenterait leur perméabilité à la lumière chimique en scacrifiant avant l'application des rayons violets.

J'ai pu, des malades de province étant soignés à l'hôpital Saint-Louis, et bien entendu désireux d'y rester le moins possible, les faire soigner au « Grand Finsen », à 70 ou 80 ampères, au premier appareil survenu après le mien à 20 à 25 ampères, et à mon radiateur à 5 ou 8 ampères, et cependant produire avec ce dernier, sur le même malade, une phlyctène plus intense, ce qui prouve évidemment une chose, la plus parfaite utilisation de la lumière.

La compression n'est pas non plus indispensable, et le démontrent les cures de tuberculose pulmonaire que je communiquai à l'Académie de Médecine de Belgique, le 26 octobre 1901, à l'Institut de France, à l'Académie de Médecine de Paris, à la Société de Biologie, les 11, 12 et 16 novembre 1901, etconfirmés par le D^r G. Kayser, de Vienne (Autriche), en février 1902, avec ses lampes à verre bleu spécial; sans préjudice des lupus intra-nasaux, intra-auriculaires, voire méningés, traités par moi sans compression. La lumière bleue, pour M. Kayser, traverserait la peau et irait atteindre, dans la profondeur des tissus, le bacille de la tuberculose. On a obtenu des épreuves photographiques à travers un corps humain. Les rayons bleus passaient tout comme les rayons X. L'auteur se sert d'une lampe électrique à arc, dont les rayons sont concentrés par un objectif creux et plein d'un bain de méthylène qui colore la lumière en bleu. En trente minutes d'exposition à cette lumière, on tue le bacille de la tuberculose et on peut donc la guérir. Quelques cas arrivés à une période avancée de consomption ont été rapidement améliorés. On a constaté aussi l'effet anesthésique des rayons bleus bien séparés des rayons rou-

ges. (Voir traduction Foveau de Courmelles, in *Revue de Therapie Physique*. Rome, 15 juillet 1902). L'arc se gradue par les rhéostats en dérivation appropriés, par la grosseur des charbons et leur éloignement. Il est bon d'avoir un petit arc et des charbons rapprochés; sans même regarder par l'œilleton bleu *ad hoc* qui permet de voir l'écartement, l'ampèremètre, dûment consulté, l'absence de tout bruit, chant, sifflement de l'arc, renseignent sur cet éloignement des charbons, mais l'œilleton sert à s'assurer si les charbons sont bien au foyer à leur arc, la partie lumineuse apparaît alors dans l'axe de la tige réglante du modèle Noé. Le positif s'usant plus vite, on peut le prendre d'un millimètre de diamètre supérieur au charbon négatif. Sans que cet appareil ait le moindre secret de fonctionnement, il importe cependant de ne pas le confier à un aide quelconque sinon, il en est de la photothérapie comme de toutes les méthodes et de tous les appareils — et cela explique maints insuccès des agents physiques dans les hôpitaux, alors qu'ils réussissent en clientèle — les résultats sont négatifs, et des auteurs hâtifs ou de parti-pris s'empressent alors de nier l'excellence de nouvelles méthodes. Ainsi, ne surveille-t-on pas le malade, même s'il s'est appuyé fortement à l'appareil pour anémier la région traitée, il glisse et c'est le voisinage qui reçoit l'insolation voltaïque, l'action ainsi morcelée en deux régions ne donnera pas les résultats attendus; s'il s'agit d'une action à distance, ce sera pis encore, le malade pouvant encore plus facilement se déplacer. On confie généralement à des infirmiers, incompétents et non dévoués, ces traitements, de là, des résultats variables et souvent nuls. Aussi en permettant au malade de s'appuyer lui-même, lui, le principal intéressé, mon radiateur réalisait, par ce fait seul, un réel progrès pour les cas où la compres-

sion est indiquée : si l'on songe que dans l'appareil de Finsen, l'aide applique le compresseur sur le patient et appuie *latéralement*, on se rend compte combien forcément est inégale une telle pression prolongée cinq quarts d'heure.

## Intensités chimiques. — Faits pathogéniques et thérapeutiques.

En comparant la sensibilité photogénique de diverses lumières avec un même papier, Foveau de Courmelles a trouvé que l'arc réfléchi et concentré avait l'action maximum (*Institut*, 21 juillet, et *Afas*, août 1902) ; que, d'autre part, les phénomènes thérapeutiques ne dépendaient pas toujours du pouvoir photogénique, que le condensateur statique ou la cathode du tube de Gessler, très photogéniques, étaient inactifs, que l'étincelle de bobine de Ruhmkorff entre tiges d'aluminium par le dispositif spécial de Gustave Le Bon était moins photogénique et moins thérapeutique que l'arc voltaïque à charbons. La lumière à incandescence avec verre bleu interposé, très peu actinique, est cependant curative : érythème et action profonde (Minine, Kayser, Foveau, Richard-Chauvain) agissant sur les poumons, les inflammations ou suppurations osseuses et dentaires, pyorrhées, donnant l'anesthésie...

Quoi qu'il en soit, le radiateur Foveau auquel ont été soumis 167 malades de la salle Cazenave, à l'hôpital Saint-Louis, ont été tous améliorés ou guéris ; c'est le premier et le plus ancien appareil simplifiant Finsen, et, vu les récidives fréquentes des glandes, chéloïdes, tuberculoses et dermatoses, c'est le seul qui, ayant subi l'épreuve du temps, puisse affirmer ses résultats. Ceux-ci n'ont subi nulle comparaison, car les

divers appareils postérieurs, bien que fonctionnant tous à l'hôpital Saint-Louis, siège de la Société de Dermatologie, qui avait mis la photothérapie à l'ordre du jour de sa séance annuelle du 1er mai 1902, n'ont osé ou pu montrer de cures identiques. D'autre part, à l'Exposition du Congrès d'Électrologie de Berne, l'auteur a pu, sans contradiction, démontrer, en présence des autres inventeurs ou de leurs représentants et des appareils, que le *premier* radiateur répondait encore seul à tous les cas et à toutes les indications (voir *Revue de Thérapie physique*, 1er et 15 novembre, 1er décembre 1902).

---

CHAPITRE XVI.

# JURISPRUDENCE ÉLECTRIQUE

**Constructeurs électriciens et lignes de tramways électriques. — Permissions de voirie et pose de fils électriques. — Lampes Nernst. — Jurisprudence téléphonique. — Médecins et rayons X en justice. — Législation des industries électriques en Angleterre.**

---

## Conducteurs électriciens et lignes de tramways électriques.

Tribunal de la Seine, présidence de M. Laurent, audience du 23 juin 1902.

Les constructeurs électriciens qui se sont engagés envers une société de chemins de fer à la fourniture et à la pose de câbles d'alimentation pour ligne électrique

aérienne et souterraine, ainsi que des appareils d'une ligne à contact superficiel et qui ne se sont chargés ni de l'installation de la voie, ni de celle de l'usine protectrice d'électricité, ni de la fourniture des voitures, ne peuvent être considérés comme s'étant engagés à garantir un résultat déterminé et le fonctionnement normal de l'exploitation en général. Ils sont tenus seulement à fournir un matériel et des appareils conformes aux états annexés au contrat. Les acceptations de traites données par la Société sans aucune réserve ni réclamation relatives à la qualité des appareils fournis, lors des renouvellements successifs qu'elle a sollicités, constituent une reconnaissance formelle de dette (Vedovelli et Priesley c. Société des Chemins de fer du Bois de Boulogne)... Déclare la Compagnie des Chemins de fer du Bois de Boulogne mal fondée en ses demandes, fins et conclusion; l'en déboute; la condamne à payer à Vedovelli et Priestley les sommes de 222,379 francs 95, pour solde de travaux et fournitures, 25,345 francs 80 et 5,729 fr. 25, pour travaux de réparation et entretien, le tout avec intérêts de droit; la condamne en outre aux dépens.

## Permissions de Voirie pour pose de Fils électriques.

Nevers avait accordé la traversée de toutes les places et rues dépendant de la voirie urbaine, attendu que les permissions de voirie ne peuvent être retirées qu'autant qu'il est démontré que l'exercice de la permission est devenu inconciliable avec la conservation du domaine public, la sécurité des habitants ou la salubrité générale, mais que ces permissions ne peuvent être retirées dans l'intérêt financier des communes ou des sociétés concessionnaires; malgré la prétention que l'autori-

sation donnée par le Maire de Nevers de poser des fils électriques dans toutes les rues et places de la ville ne peut être aucunement assimilée à une permission de voirie proprement dite, qui doit s'entendre d'une autorisation accordée à un particulier et dans son seul intérêt; que cette autorisation a le caractère d'une concession d'une partie du domaine public, les concessions de cette nature étant toujours précaires et révocables;... la Compagnie Électrique a eu raison contre la Ville.

## La Lampe Nernst.

Le Bureau des Brevets allemand a pris une importante décision ayant trait au brevet de la lampe Nernst, dont l'invalidité a été proclamée. En annonçant son intention d'en appeler de cette décision au Tribunal de l'Empire, l' « Allgemeine Electricitäts Gesellschaft », à laquelle appartiennent ces brevets, déclare que la lampe Nernst est protégée par 14 brevets, dont un seul est maintenant supposé être sans valeur. Celui-ci, fait remarquer la Compagnie, se rapporte uniquement à une invention ayant pour objet l'échauffement préliminaire de la substance réfractaire éclairante, et la décision du Bureau des Brevets n'affecte nullement la fabrication de la lampe. D'autre part, établit le *Financial Times,* qui nous fournit les éléments de cette notule, M. Boehm, chimiste, qui a été le promoteur de cette opposition, affirme que le brevet frappé de nullité est le vrai brevet de Nernst, lequel avait jusqu'ici empêché d'autres personnes de faire un progrès quelconque, par suite du monopole exercé concernant les moyens de chauffer la matière servant d'illuminant. — E. D.

## Jurisprudence téléphonique.

Le tribunal civil de Berlin a récemment jugé un cas très intéressant, qui pourrait facilement se reproduire partout ailleurs où l'usage du téléphone a pris une grande extension. Voici la question : Qui doit supporter les conséquences commerciales d'une erreur qui s'est produite dans une conversation téléphonique ?

Un négociant, prétendant avoir été mal compris par son correspondant auquel il avait fait une commande, exigeait une forte indemnité de l'Administration, en alléguant qu'il avait subi des dommages par ce fait. Le tribunal a rejeté sa demande d'indemnité en déclarant qu'en général les conséquences des erreurs de transmission téléphonique devaient être supportées par celui qui a été le premier à demander, par le téléphone, à entrer en relations d'affaires avec une autre partie. C'est la théorie déjà admise en Allemagne pour ce qui concerne les erreurs qui se produisent dans la transmission télégraphique. — (*L'Elettricità.*)

## Médecins et Rayons X en Justice.

On connait le jugement du 9 mars 1901 cité par nous l'an dernier (Tribunal civil de la Seine), reproduit in *Semaine Médicale* (13 mars 1901). Le tribunal, *malgré les experts,* s'est déclaré compétent sur la mauvaise installation de la patiente, le rapprochement de l'ampoule, le temps de pose, la répétition trop rapprochée des poses, l'emploi ou non de machines statiques et de l'interposition de l'aluminium. Le médecin y est traité « comme un industriel d'un ordre particulier, responsable non seulement de sa faute légère, mais, d'après les principes généraux du droit, de tout fait causant à autrui un préjudice... ». Heureusement que la lumière violette domine en radiothérapie.

## État arriéré de l'industrie électrique en Angleterre.

Dans un discours, qu'en sa qualité de président de la section électrique de la Chambre de Commerce de Londres, M. R. Percy Sellon adressait à ses collègues dernièrement, il *attribue à la législation le retard qu'éprouvent en Grande-Bretagne la science et les applications électriques :* lois sur les tramways et sur l'éclairage électrique. Tel a été l'effet d'obstruction sur les entreprises privées de la législation que le capital engagé dans les installations d'usines centrales en Grande-Bretagne n'atteint pas un cinquième de celui de l'Allemagne et un dixième de celui des États-Unis. Dans les places fortes de l'industrie britannique, comme Manchester et Glasgow, les industriels ont récemment passé des ordres importants aux constructeurs étrangers de matériel électrique. Sur une puissance totale de 298.000 chevaux en machines à vapeur et 200.000 kilowatts en dynamos génératrices actuellement en service pour les besoins d'éclairage et de traction en Angleterre, les maisons américaines ou allemandes ont placé 73.000 chevaux vapeur et 71.000 kilowatts en dynamos. Dans l'esprit de M. Sellon, nous sommes à l'aurore d'une période de développement qui constitue une nouvelle situation. Les découvertes et les progrès techniques de ces dernières années ont rendu commercialement possible la distribution économique de l'énergie électrique sur d'immenses étendues s'élevant à plusieurs centaines de milliers de kilomètres carrés. Des projets de distribution de l'énergie électrique, comparables en grandeur et en importance à ceux qui ont été réalisés au Niagara, à Rheinfelden, à Genève et en Silésie, ont reçu l'approbation du Parlement pour des centres

industriels tels que le Lancashire, Durham, South Wales, the Midland et North London. On n'est plus tenu maintenant d'engendrer le courant électrique au centre ou sur les confins des villes populeuses, mais l'usine génératrice peut s'installer à la bouche de la mine où le combustible, les terrains et la main-d'œuvre sont à meilleur marché, où la fumée et les poussières ne créent pas d'ennui au voisinage, et où la production sur une grande échelle permettra d'en abaisser le prix de vente pour l'usage du plus grand nombre possible de consommateurs. Mais, pour favoriser cette transformation, il importe de modifier la législation. Au cours de son discours, M. Sellon fait incidemment remarquer que dans l'ordre des inventions en électricité, l'Angleterre est tombée derrière les autres nations. Dans la première moitié du dix-neuvième siècle, l'ère des recherches et des découvertes relatives au télégraphe, à la télégraphie sous-marine et à la dynamo, les inventeurs britanniques, tels que Davy, Faraday, Wheatstone, Kelvin et d'autres encore, étaient au premier rang ; mais aux inventeurs étrangers est due la presque totalité des développements de la seconde moitié du siècle, le téléphone à Bell, Edison et Elisha Gray aux États-Unis ; la distribution par courants alternatifs à Gaulard, Zipernowsky et Blathy ; la traction électrique à Field, Edison, Daft, Bentley et Knight, Sprague et d'autres ; le télautographe à Elisha Gray et Foster Ritchie ; la distribution par courants polyphasés rendant possible la transmission de l'énergie à de grandes distances à Ferraris, Tesla, Dolivo-Dobrowolsky et Brown ; la télégraphie à grande vitesse à Pollak-Virag ; la télégraphie hertzienne à Marconi. Est-ce une simple coïncidence, s'écrie-t-il, que les découvertes électriques en Angleterre déclinent avec la naissance de la législation qui entravait l'industrie ? — E. D. (*Revue pratique de l'Électricité.*)

CHAPITRE XVII.

# NÉCROLOGIE

Cornu. — Solignac. — Trouvé.

## Cornu.

M. Cornu était né en 1841. En 1860, il entra à l'École Polytechnique, d'où il sortit deux ans après comme élève ingénieur des Mines. Mais il abandonna de bonne heure le service actif des Mines pour entrer dans le corps enseignant de l'École Polytechnique. Dès 1871, à l'âge de trente ans, il fut nommé professeur de physique dans cette grande École. Son enseignement fut tout de suite très goûté des élèves; il inaugurait un mode nouveau d'exposition de la physique, et en particulier de la thermodynamique. D'ailleurs, comme membre du Conseil de perfectionnement, il exerça, pendant plusieurs années, une grande influence sur l'évolution de l'École Polytechnique. En 1878, il fut nommé membre de l'Académie des Sciences. En 1886, il entra au Bureau des Longitudes, et on trouvera dans l'Annuaire de ce Bureau une série de notices que le public a beaucoup appréciées. M. Cornu était membre de la Société Royale de Londres, des Académies de Turin, Rome, Vienne, Saint-Pétersbourg, de celles de Suède, de Belgique, de Boston. Il fut président de la Société française de Physique, et de la Société Astronomique de France.

Il était membre du Conseil de l'Observatoire de Paris, où il remplissait les fonctions de secrétaire, et du Conseil de l'Observatoire de Nice. Récemment, quand il fallut, au Congrès de Physique, choisir un président pour recevoir dignement nos hôtes en 1900, c'est à lui que tout naturellement tous ont songé. Nul n'aurait présidé avec plus d'autorité ces débats où nous avions convié tant d'illustres savants étrangers. — H. POINCARÉ. (*L'Éclairage Électrique,* 29 avril 1902.)

Ses travaux en optiques sont considérables, souvent confinent à l'Électricité; il a étudié à plusieurs reprises la polarisation magnétique et, tout récemment encore, il a fait faire à cette partie de la science un progrès signalé. C'était au moment où le phénomène de Zeeman venait d'être découvert. Tout le monde croyait que les raies spectrales et en particulier la raie D se décomposaient en un triplet. Le premier, il vit qu'il y avait quatre composantes, et que le soi-disant triplet était un quadruplet. Il s'est occupé longtemps de la synchronisation électrique des horloges. Le problème semble facile, mais, en réalité, il exige bien des connaissances diverses; la preuve, c'est que les nombreux principes introduits par M. Cornu et qui apportaient une solution complète et définitive, ne furent pas compris du premier coup. Les derniers annuaires du Bureau des Longitudes contiennent une série d'études consacrées par M. Cornu aux machines dynamo-électriques, tant à courant continu qu'à courant alternatif ou triphasé: les notices destinées au grand public, mais qui contiennent une foule d'aperçus intéressants pour les savants eux-mêmes, seront prochainement réunies en volume. Il est peu de domaines en physique où il n'ait reculé les bornes de la précision, où il ne nous ait laissé quelque petit modèle d'une perfection achevée.

## Louis Solignac.

Louis Solignac est décédé subitement à l'âge de 44 ans, le 23 juin 1902, dans son cabinet de travail, au moment où il s'occupait de nouvelles créations. « On peut dire, dit M. E. Sartiaux, que cette mort est la conséquence d'une vie toute de travail et de surmenage, contre laquelle ses meilleurs amis l'avaient mis en garde à diverses reprises, sans résultat d'ailleurs. Solignac a été de tout temps un chercheur et un inventeur; sa modestie et son honnêteté l'ont empêché de profiter personnellement de ses inventions; il est un de ceux qui sont partis sans laisser la plus modeste fortune à la compagne de sa vie, alors qu'il aurait pu maintes fois recueillir légitimement le profit de ses travaux. »

D'abord, collaborateur de Jablockoff, il entreprit, dans le laboratoire de ce dernier, de nombreuses recherches sur les bougies électriques, les piles, etc. Mais son activité ne se trouvant pas suffisamment occupée dans ce milieu, il créa, vers 1880, un atelier de construction et d'études qu'il installa rue St-Maur, à Paris. C'est dans cet atelier qu'il fit de nombreuses expériences sur les lampes à arc, et notamment les premiers essais de la lampe à arc à vase clos; une des expériences les plus originales fut celle faite avec la lampe à arc dite « à verre » basée sur le ramollissement du verre par la chaleur de l'arc (1882). Il s'occupa ensuite d'installations de machines pour la production de l'électricité pour l'éclairage. C'est à lui qu'on doit l'installation complète de l'éclairage électrique du Nouveau Cirque, y créant la piste mobile avec de nombreuses applications de l'électricité aux décors, aux accessoires des représentations. En 1888, Solignac entre à la Compagnie Parisienne de l'air comprimé

comme ingénieur chargé spécialement de l'installation du secteur, puis réorganisa maintes usines, dirigeant des fabrications de lampes, des transmissions de force... Il fut, deux années, président de l'Association amicale des Ingénieurs Électriciens, qu'il avait contribué à fonder.

## Gustave Trouvé.

Gustave Trouvé, ingénieur électricien, chevalier de la Légion d'honneur, est décédé à Paris, le 27 juillet, à l'âge de soixante-trois ans. Ses obsèques ont eu lieu le 31 juillet à La Haye-Descartes (Indre-et-Loire), où le corps a été transporté. Électricien de la première heure, en même temps que doué d'une grande ingéniosité, Gustave Trouvé a été un des inventeurs les plus féconds et les plus originaux de la période actuelle. Ses inventions sont toutes, d'ailleurs, marquées au coin de la pratique, et plusieurs d'entre elles, après avoir été simplement l'objet de la curiosité, reprendront sans doute par la suite un aspect vraiment utilitaire. On peut citer parmi ces travaux originaux les lampes électriques à incandescence destinées à l'exploration du corps des êtres vivants et à la recherche des projectiles; des appareils intéressants pour la pêche par l'électricité; des fontaines lumineuses avec ou sans eau; des lampes électriques de modèles très variés pour la visite des galeries de mines. Gustave Trouvé était un de ces inventeurs rares qui exécutent de leurs propres mains ce qu'ils conçoivent; c'était un mécanicien habile, en même temps qu'un inventeur ingénieux et un ingénieur plein de ressources. Ancien élève de l'École nationale d'Angers (promotion 1854-1857), il s'adonna de bonne heure à la science, notamment à la science électrique et à la petite mécanique scientifique, où il excella. Il fut lauréat de l'Académie des Sciences

et de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, qui admirent de lui un nombre considérable de communications presque toutes appuyées d'expériences intéressantes. Gustave Trouvé est mort à 63 ans, sans avoir achevé son œuvre ; d'ailleurs, aucun inventeur n'accomplit jamais la sienne, parce que l'inventeur, si malheureux soit-il, cherche toujours. Tout dernièrement, il avait tourné son esprit vers la direction des ballons ! Il tenait la solution ! il était sûr du résultat ! Avec quelle passion, avec quelle conviction ardente il en parlait ! Cet ensemble de découvertes attestait chez Gustave Trouvé des aptitudes scientifiques remarquables jointes à une aimable imagination. Comme homme, il avait su conquérir l'estime et la sympathie de ses collègues par lesquels il sera sincèrement regretté. (Voir *Actualité Médicale,* 15 Déc. 1902.)

---

# TABLE DES MATIÈRES

## CHAPITRE I

### Théories nouvelles



## CHAPITRE II

### Appareils et faits nouveaux



## CHAPITRE III

### Chauffage



## CHAPITRE IV

### Électro-Chimie



## CHAPITRE V

### Lumière

## CHAPITRE VI

### Traction électrique



## CHAPITRE VII

### Télégraphie



## CHAPITRE VIII

### La Télégraphie sans fil



## CHAPITRE IX

### L'électricité et la guerre



## CHAPITRE X

### Applications diverses

## CHAPITRE XI

### Electricité atmosphérique et terrestre



## CHAPITRE XII

### Accidents et hygiène électriques



## CHAPITRE XIII

### Electrothérapie



## CHAPITRE XIV

### Radiographie

CHAPITRE XV

**La Photothérapie**



CHAPITRE XVI

**Jurisprudence électrique**



CHAPITRE XVII

**Nécrologie**

# TABLE DES ANNONCES

## BIBLIOGRAPHIE (1)

*Bulletin de la Société des Gens de science,* mensuel, 31, Villa d'Alésia, Paris, 2 et 3 fr.

*Bulletin de la Société Internationale des Electriciens*, mensuel, Gauthier Villars, éditeur, 55, quai des Grands-Augustins, Paris, 25 et 27 fr.

*Bulletin International de l'Electricité* et *Journal de l'Electricité* (réunis), paraissant les 10 et 25 du mois, 4 p. in-f°, 20, rue Turgot, Paris, 10 et 12 fr.

*La Chronique Industrielle*, D. A. Casalonga, tétramensuel; Doumé Casalonga, rédacteur en chef, 15, rue des Halles, Paris, 15 fr.

(1) Les prix d'abonnement indiqués sont pour l'année, pour la France et l'Union postale. Ces revues ou journaux, pour n'être pas tous exclusivement consacrés à l'électricité, en contiennent et font l'échange avec l'*Année Électrique*; c'est à ces divers titres qu'ils figurent ici.

## BIBLIOGRAPHIE (*suite*)

*Journal de l'Electrolyse, Aluminium, Acétylène, Revue des Produits et sous-Produits des fours électriques,* Francis Laur et Robert Pitaval, bi-mensuel, 26, rue Brunel, Paris, 24 et 30 fr.

*Journal du Gaz et de l'Electricité*, P. Tiercelin, bi-mensuel, 20 p. in-4°, 174, rue Lafayette, Paris, 12 et 15 fr.

*Journal du Magnétisme,* H. Durville, mensuel, 32 p. in-8° (magnétisme minéral et humain, et électricité), 23 rue St-Merri, Paris, 10 fr.

*The Journal of Physical therapeutics,* and international Quaterly Review. W. S. Hedley, chez John Bale, Sons et Danielsson, 83-89, Great Titchfield Street, W, Londres, 5/-.

*La Lumière*, Mme Lucie Grange, mensuel, 16 p. in-4° (données ésotériques et phénomènes lumineux divers), 96, rue La Fontaine, Paris, 7 fr.

## BIBLIOGRAPHIE (*suite*)

*Photo-Revue, Journal des amateurs et des photographes,* Charles Mendel, René d'Héliécourt, 118 bis, rue d'Assas, Paris, 6 et 8 fr.

*Revue internationale d'Electrothérapie,* Dr Georges Gautier, mensuel, 3, place du Théâtre-Français, Paris.

*Revue Internationale de Thérapie physique,* Dr Ch. Colombo, bi-mensuel, via Plinio, Rome, 10 et 12 fr.

*Revue pratique de l'Electricité,* Science et Commerce, Electricité, Eclairage, Téléphonie, bi-mensuel, 9, faubourg Poissonnière, Paris, 12, 15 et 18 fr.

*Le Volta,* annuaire de renseignements électriques, Camille Grollet et Puel de Lobel, Société fermière des Annuaires, 53, rue Lafayette, Paris, 15 fr.

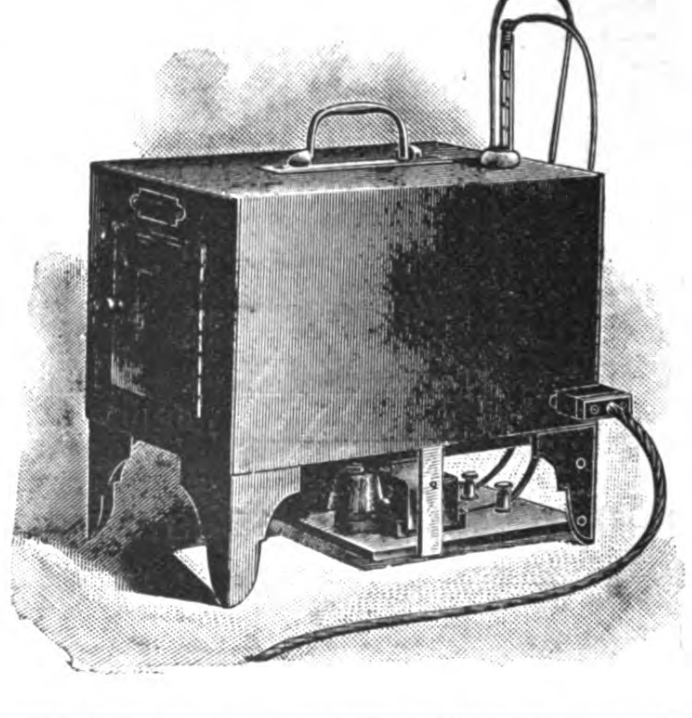
*Zeitschrift für Elektrotherapie*, und die verwandten physikalischen Heilmethoden (Phototherapie, Radiotherapie, Thermotherapie) auf Grundlage der Elektrotechnik. Preis jahrlich 12 Mk. Erscheint monatlich einmal. Berlin SW. 11 und Leipzig Vogel & Kreienbrink. Redigiert u. herausgegeben von Dr Hans Kurella, Breslau.

LE VIN MARIANI






ETUVE ELECTRIQUE du Dr Foveau de Courmelles



Chez PARVILLÉE FRÈRES & Cie, 29, Rue Gauthey, PARIS

---

# Transformateurs à grand rendement

**ÉTINCELLE DE QUANTITÉ**

## Cl. ROPIQUET, Constructeur

**BREVETÉ**

**à *CORBIE* (*Somme*)**

Le Propriétaire-Gérant de l'*Année électrique* : Dr FOVEAU DE COURMELLES.

TROYES. — IMPRIMERIE MARTELET

S




UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 05975 9772

